

Aus dem Institut für Tierproduktion
der Technischen Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. J. H. Weniger

UNTERSUCHUNG ZUR OBJEKTIVEN ERFASSUNG
DER
MOTORISCHEN AKTIVITÄT BEIM MASTSCHWEIN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Stephen Mamphey
aus Mampong/Ghana

Berlin 1976

Journal-Nr. 886

Aus dem Institut für Tierproduktion
der Technischen Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. J. H. Weniger

UNTERSUCHUNG ZUR OBJEKTIVEN ERFASSUNG
DER
MOTORISCHEN AKTIVITÄT BEIM MASTSCHWEIN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Stephen Mamphey
aus Mampong/Ghana

Berlin 1976

Journal-Nr. 886

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vorsitzender des FBR: Prof. Dr. H. -H. Frey

Referent: Prof. Dr. J. H. Weniger

Korreferent: Prof. Dr. D. Rohloff



Tag der Promotion: 23. August 1976

MEINEN ELTERN
ZUM
GEDENKEN



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Einleitung	1
2.	Literaturübersicht	2
2.1.	Begriffserklärung	2
2.1.1.	Aktivität	3
2.1.2.	Motorische Aktivität	4
2.1.3.	Circadianer Rhythmus	7
2.2.	Erfassung der motorischen Aktivität	9
3.	Fragestellung	10
4.	Im Text und in Tabellen verwendete Abkürzungen	11
5.	Problemstellung und Meßmethoden	12
5.1.	Reihenbilderaufnahme	12
5.2.	Induktive Impulszählung	12
5.3.	Visuelle Beobachtung	13
5.4.	Lichtschrankenmethode	15
5.5.	Mechanische Bewegungsaufnahme	16
6.	Material und Versuchsdurchführung	21
7.	Versuchsauswertung	23
7.1.1.	Auswertung der visuellen Beobachtung	23
7.1.2.	Auswertung der Lichtschrankenmethode	25
7.1.3.	Auswertung der mechanischen Bewegungsaufnahme	25
7.2.	Ergebnisse	28
7.2.1.	Visuelle Beobachtung	28
7.2.2.	Bewegungsschreiber	38
7.2.3.	Varianz-Analyse	43

	Seite .
7.2.4. Tagesperiodik	48
8. Diskussion	71
9. Zusammenfassung	80
10. Summary	83
11. Literaturverzeichnis	86

1. Einleitung

Die Erfassung und die Beobachtung des Verhaltens unserer landwirtschaftlichen Nutztiere dienten von jeher als Grundlage einer artgerechten Tierhaltung. Der starke Wandel in den Haltungsbedingungen in Richtung Intensivtierzucht und -tierhaltung und der drohende Bevölkerungszuwachs haben den Wunsch nach noch leistungsfähigeren landwirtschaftlichen Nutztieren hervorgerufen. Die Steigerung tierischer Produktion bedarf aber einer genauen Kenntnis des Tierverhaltens; denn nur eine exakte Erforschung der Reaktion der Tiere kann leistungsmindernde Konflikte mit modernen Haltungstechnologien verhindern.

Der Zusammenhang zwischen motorischer Aktivität und Produktionsleistung in der Tierzucht wurde mit der Zeit deutlich erkennbar. Man betrachte nur unsere Hausschweine, die Bewegungsmangel mit akutem Herz- und Kreislaufversagen, Gliedmaßenbrüchen und Luxationen beantworten. In neuer Zeit wurden große Anstrengungen bei der Aufzeichnung und Aufklärung der motorischen Aktivität unternommen, um dieses negative Verhältnis in der Tierhaltung auszuschalten.

Die vorliegende Arbeit, die der Prüfung von geeigneten Meßapparaten und Meßsystemen zur Erfassung motorischer Aktivität von Mastschweinen dient, soll einen Beitrag zu einer tier- und leistungsgerechten Schweinehaltung liefern.

2. Literaturübersicht

2.1. Begriffserklärung

In der Ethologie wird das Verhalten eines Organismus beschrieben, klassifiziert und das Ursachengefüge für alle an seinem Zustandekommen beteiligten Faktoren ergründet. Das Verhalten besteht aus einer raumzeitlich geordneten Folge von Vorgängen, die einen Organismus in eigengesetzlicher Form in Beziehung zu seiner Umwelt setzen. Aufgrund neurophysiologischer Fragestellungen und der mannigfaltigen Formen des Verhaltens eines Organismus war die Klassifikation der Vorgänge nach verschiedenen Funktionskreisen (z.B. Orientierungsverhalten, Fortpflanzungsverhalten, Lautäußerungsverhalten und allgemeines Verhalten) notwendig. Unter dem Begriff "allgemeines Verhalten" lassen sich solche Verhaltensparameter wie Futteraufnahme, Wasseraufnahme und Bewegung (motorische Aktivität) einordnen.

Anhand der gesammelten, doch relativ geringen vorliegenden Literatur über motorische Aktivität wird in diesem Kapitel versucht, einige im Text verwendete Begriffe zu erklären. Dabei liegt keineswegs die Absicht vor, eine neue Terminologie zu erfinden, sondern lediglich eine Begrenzung der breiten Skala von Bedeutungen mancher Termini, um späteren Mißverständnissen vorzubeugen.

2.1.1. Aktivität

Der Begriff "Aktivität" ist ein sehr umfassender Terminus. Zu seiner Erläuterung ist es jedoch nötig, sich auch mit dem Begriff der "Ruhe" auseinanderzusetzen.

Ruhe oder Ruhezustand wurde von HOLZAPFEL (1940) als ein statischer Zustand eines Organismus in Beziehung zu seiner Umwelt definiert.

WINTERSTEIN (1953) und STEINHART (1937) sahen in dem Begriff "Ruhe" einen durch mehr oder weniger vollständiges Aufhören der willkürlichen Bewegungen sowie durch starkes Nachlassen der Erregbarkeit der Sinnesorgane gekennzeichneten Zustand.

HASSENBERG (1965) betrachtet Ruhe als einen Oberbegriff für alle Zustände der Inaktivität im Gegensatz zur Aktivität. Nach dieser Interpretation bleiben alle Sinne eines Organismus in beiden Zuständen in Tätigkeit und reagieren auf äußere Reize. Der Unterschied besteht darin, daß sich der Organismus im Zustand der Aktivität in dynamischer Beziehung zu seiner Umwelt befindet.

Einen ähnlichen Standpunkt vertreten auch KLEITMAN (1967), KOELLA (1967), MURRAY (1965) und LOIZZO und LONGO (1968).

SZYMANSKI (1916, 1918) sah in der Motilitätsschwelle eine Begrenzung, bei der "Aktivität" oberhalb und "Ruhe" unterhalb dieser Schwelle zu finden sind.

Einige physiologische Parameter zur Feststellung der Motilitätsschwelle sind Muskeltonus, bestimmte Reaktionen auf bestimmte Stimuli (z.B. Pupillenreaktion auf Licht), Stoffwechselaktivität, Blutdruck, Herzschlag, Lungenventilation sowie die Veränderung der Körper- und Gehirntemperatur (ALTMANN. 1966).

Auch mit Hilfe des Elektroencephalogramms (EEG) von der Gehirnoberfläche läßt sich diese Schwelle feststellen (KOELLA. 1967).

MOYAT (1957) definiert "Aktivität" im physikalischen Sinn als Summe aller mechanischen Arbeit je Zeiteinheit mit der Dimension erg/sec. "Aktivität" und "Stoffwechsel" sind dabei dimensionsgleiche Größen von verschiedenem Betrag, wobei für den quantitativen Zusammenhang gilt, daß die Stoffwechselenergie größer sein muß als die Aktivität.

Nach ASCHOFF (1957) ist Aktivität die Summe aller Bewegungsäußerungen, was den Aktivitätsbegriff auf den Begriff der motorischen Aktivität einengt.

2.1.2. Motorische Aktivität

Physiologisch gesehen setzt eine geordnete Bewegung bestimmte Koordinationsmechanismen voraus. Diese sind - nach jetziger Kenntnis - bei allen Metazoen an spezifische Strukturen, nämlich die Nervensysteme,

humorale Mechanismen (Neurosekrete, Hormone), das Skelett und die Muskelelemente gebunden (TEMBROCK 1964; HÖPKEN, 1957; HYDEN, 1962; ADAM, 1961; WAGNER 1927; HASSENSTEIN, 1960).

Voraussetzung für einen Bewegungsvorgang ist das Vorhandensein eines von innen oder außen kommenden Reizes, der über Rezeptoren (Sinnesorgane, Analytoren) des Zentral- und peripheren Nervensystems den Effektor (das Muskelement) aktiviert.

Je nach der Herkunft (exogen, kortikal, subkortikal, spinal reflektorisch oder vegetativ), der Größe und der Dauer des Reizes entstehen monosynaptische oder polysynaptische Reflexe, die dann entsprechend ein Organ, eine Gruppe von Muskelfasern oder den gesamten Bewegungsapparat des Organismus in Gang setzen (KOLLER, 1959; BULLOCK, 1959; v.HOLST, 1958; HESS, 1954; BURKHARDT, 1961).

Als lokomotorische Aktivität werden nur Bewegungsvorgänge angesehen, die eine Lageveränderung des ganzen Körpers verursachen. Andere Bewegungsvorgänge werden als "Aktivität in situ" bezeichnet (SZYMANSKI, 1943; BETHE, 1943; NAKAOU, 1958; KAVANAU, 1962 u. 1963; SOULAIRAC und CHARPENTIER, 1966).

Unter Lageveränderung bei Säugetieren fallen nach
PORZIG (1969) folgende Bewegungsmuster:

Körperbewegungen

- Auf-Ab-Bewegung (unidirektional: horizontal hoch-tief
(bidirektional: horizontal-vertikal)
- Schaukelbewegung (horizontal= in Horizontalstellung)
(vertikal= in Vertikalstellung)
- Pendelbewegung (vorn= Pendeln des Vorderkörpers)
(hinten= Pendeln des Hinterkörpers)
- Schüttelbewegung (axial)
- Kreisbewegung (weiträumiges Axialkreisen bei einem
Fixpunkt, gewöhnlich Hinterbeine,
speziell bei bipeden Arten)
- Vor- und Zurückbewegung (Pendeln des Körpers im Stand
in Achsenrichtung)

Extremitätenbewegungen

- Treteln (Bewegungsrhythmus am Ort)
- Trommeln (wie vor, aber verstärkt mit Geräusch
effekt)
- Stampfen (schnelles Aufsetzen einzelner Extre-
mitäten-Spitzen)
- Schlagen (Aufschlagen von Plantarflächen)
- Ausschlagen (Vor- und Zurückwerfen einzelner
Extremitäten)

Die motorische Aktivität der Organismen ist zeitlich geordnet, wobei ein wesentlicher Teil dieser Aktivität bei freibeweglichen Tieren in die lokomotorische Aktivität eingeht. Die lokomotorische Aktivität liefert art- und situationsspezifische raumzeitliche Muster, deren elementarste als Gangarten und sonstige allgemeine Bewegungsformen zusammengefaßt werden (PORZIG, 1969; v.HOLST, 1959). Bei den Säugetieren werden gewöhnlich vier Gangarten unterschieden (KRÜGER, 1958): Schritt, Paßgang, Trab und Galopp, wobei Schritt und Paßgang die langsamen und Trab und Galopp die schnellen Gangarten darstellen.

2.1.3. Circadianer Rhythmus

Das Verhalten der meisten Tiere spiegelt in irgendeiner Weise den Wechsel von Tag und Nacht wider. Diese biologische Periodizität mit einer Periodenlänge von etwa 24 Stunden wird als circadianer Rhythmus bezeichnet. Über die physiologische Natur der Mechanismen, die den circadianen Rhythmus steuern, ist bisher nur wenig bekannt. Es besteht jedoch Übereinstimmung darüber, daß zumindest zwei unterschiedliche physiologische Systeme im Spiel sein müssen. Eines dieser Systeme ist mehr endogen, das andere reagiert mehr auf Außenreize. Das komplexe Zusammenspiel dieser beiden Systeme beeinflusst das allgemeine Verhalten des Tieres.

Dieser Einfluß ist bei der allgemeinen motorischen Aktivität festzustellen, bei Mustern des Freß- und Trinkverhaltens, bei der Lautgebung und anderen sich wiederholenden Aktivitäten (ASCHOFF, 1960; BROWN, 1959; PITTENDRIGH, 1960). ASCHOFF (1955) bezeichnete solche Mitnehmer, wie z.B. den Hell-Dunkel-Wechsel des Tages, Temperaturschwankungen, den Lunarrhythmus, die Regenzeit oder das Nahrungsangebot (IMMELMAN, 1967) als Zeitgeber. Je nach Anzahl der Phasen des Wechsels zwischen Ruhe und Aktivität innerhalb des 24 Stunden-Rhythmus unterscheidet man monophasische (einmal wechselnde) und polyphasische (mehrmals wechselnde) Tiere und Tiergruppen. Die Tageszyklen können sich unter bestimmten Umständen zu größeren jahreszeitlichen Perioden besonders starker Aktivität (wie Fortpflanzungsverhalten und -wanderungen) oder besonders ausgeprägter Ruhe (z.B. Winterschlaf) zusammenschließen (HASSENBERG, 1965; CLOUDSLEY-THOMPSON, 1953, 1956, 1961; BÜNNING, 1964; HARKER, 1958; SOLLBERGER, 1965). Nach ASCHOFF (1955) läßt sich das Grundmuster einer Tierart zu tag- oder lichtaktiv (diurnal), dunkel- oder nachtaktiv (nocturnal) oder dämmerungsaktiv (crepuscular) ordnen. Als wesentliche Parameter für die Bestimmung der Aktivitätsperiodik gelten: α = Aktivitätszeit, ϱ = Ruhezeit, und τ = Periodenlänge. Als synonym zu betrachten sind die Begriffe "Circadianer Rhythmus", "Tagesperiodik", "Tageszyklus" und "Tagesrhythmus".

2.2. Erfassung der motorischen Aktivität

Zur Erfassung des motorischen Verhaltens der Tiere galt in früheren Zeiten die visuelle Beobachtung und die Aufstellung von Ethogrammen als die einzige Methode. Um mehr Objektivität und Genauigkeit bemüht und gleichzeitig zur Entlastung des Beobachters, begann man, die Verhaltens Erfassung weitgehend zu automatisieren. Mehr und mehr Technik wurde mit in die Erfassungsmethoden einbezogen. Damit wurde gleichzeitig das Verhältnis der quantitativ-qualitativen Komponenten der Verhaltensregistrierung zugunsten der quantitativen verschoben.

Die durch den technischen Fortschritt entstandenen neuen Verfahren in den Erfassungsmethoden reichen von Tonbandaufnahmen über Reihenbilderaufnahmen bis zu elektronischen Bewegungsaufnahmen (ZUCKER u. HOWARD, 1968; ZUCKER u. STEPHAN, 1973; GANS, 1966; FENTON, 1973; BOND, GIVENS u. MORRISON, 1970; FERNALD u. HEINECKE, 1974; LOVE u. HOUSER, 1973; MUNDL, 1971; ÖGREN, 1970; VANDECAR, 1972; TUDDENHAM, 1973).

Über physiologische Meßverfahren (z.B. Herzfrequenz und Atemfrequenz als Parameter) wurde indirekt auch die motorische Aktivität ermittelt. (BALDWIN u. LIPTON, 1973; BÖRNERT, 1967; CAIN u. WILSON, 1971; MERRICK u. SCHARP, 1971; SCHÜNKE u. KRZYWANIA, 1965).

Im Bereich der mechanischen Bewegungsaufnahme entwickelte man eine Gruppe von Meßverfahren in Form von Schrittzählern, Bewegungszeitschreibern und Zitterkäfigen. (O'SHER, 1969; OTTO und ROHE, 1967; WANDER, 1967; van PUTTEN, 1972; ZEEB, 1972)

3. Fragestellung

Diese Arbeit hat drei Ziele:

- a. Prüfung eines automatischen Meßverfahrens zur Registrierung motorischer Aktivität mit dem Rüttelrekorder der Firma Kienzle in Verbindung mit fotoelektrischer Abtastung der Registrierscheibe.
- b. Prüfung und Erfassung der qualitativ-quantitativen, motorischen Aktivität (in situ und lokomotorisch) der Mastschweine.
- c. Verarbeitung der gewonnenen Daten, so daß die daraus entstehenden Deskriptoren oder Kennzahlen ausreichenden und genauen Aussagewert besitzen. Weiter soll aus den Daten Tagesrhythmus oder -periodik der Mastschweine erfaßt und dargestellt werden.

4. Im Text und in Tabellen verwendete
 Abkürzungen

H-Rekorder:	Aufgehängter Bewegungsschreiber. Die Bezeichnung "Bewegungsschreiber" ist mit den Begriffen Rüttelrekorder, Bewegungsapparat und Kienzle-Apparat synonym. Der Buchstabe "H" stellt die Abkürzung des Wortes "Hängend" dar.
S-Rekorder:	Im Geschirr getragener Bewegungsschreiber. Der Buchstabe "S" ist die Abkürzung des Wortes "Schulter".
H-Methode:	Die mechanische Bewegungsaufnahmemethode mit dem H-Rekorder als Meßapparat.
S-Methode:	Die mechanische Bewegungsaufnahmemethode mit dem S-Rekorder als Meßapparat.
Tier Nr. 1H:	Versuchstier (Mastschwein) Nummer Eins mit H-Rekorder
Tier Nr. 1S:	Das gleiche Versuchstier mit S-Rekorder
Tr. 2:	Versuchstier Nummer Zwei
Abb.:	Abbildung
Akt.:	Aktivität
Std.:	Stunden
Tab.:	Tabelle
Tg.:	Tage

5. Problemstellung und Meßmethoden

Eigene experimentelle Arbeit, die einen Teil eines größeren Versuchsprogramms darstellt, erfolgte erst nach einer Überprüfung von verschiedenen Methoden, die zur Messung der motorischen Aktivität von Mast-schweinen zur Verfügung standen.

Die Methoden waren:

- a. Reihenbilderaufnahme
- b. Induktive Impulszählung
- c. Visuelle Beobachtung
- d. Lichtschranken-Methode
- e. Mechanische Bewegungsaufnahme

5.1. Reihenbilderaufnahme

Die Reihenbilderaufnahme ist gekennzeichnet durch eine universelle Einsatzfähigkeit. Allerdings konnten hier die quantitativen Aussagen nur in beschränkten Maße gewonnen werden, da eine Abhängigkeit von Bildintervallen bestand. Die Wiederholbarkeit der Auswertung war gut, jedoch mit großem Aufwand verbunden.

5.2. Induktive Impulszählung

Die Induktive Impulszählung ist für die kontinuierliche, langzeitige, getrennte Registrierung der motorischen Aktivität in situ und der lokomotorischen Aktivität mit sehr hoher Genauigkeit verwendbar.

Nach einigen Versuchen stellte sich jedoch heraus, daß für den Einsatz dieser Methode mit Mastschweinen als Versuchstiere einige technische Veränderungen nötig waren, wenn brauchbare Ergebnisse erzielt werden sollten.

Aufgrund der oben erwähnten Mängel - weniger Auffassungsvermögen von quantitativen Komponenten in der Methode der Reihenbilderaufnahme und die allgemeine Unreife des technischen Zustandes der induktiven Impulszählungs-Methode - wurden für die eigenen Untersuchungen von den fünf Methoden die visuelle Beobachtung, die Lichtschranken-Methode und die mechanische Bewegungsaufnahme als geeignete Versuchsmethoden ausgewählt. Der Schwerpunkt der eigenen Untersuchung lag jedoch auf der mechanischen Bewegungsaufnahme.

5.3. Visuelle Beobachtung

Die visuelle Beobachtung ist gekennzeichnet durch eine universelle Einsatz- und Aussagefähigkeit. Diese Methode stellt eine direkte und gleichzeitig eine indirekte Beobachtung (mittels eines Fernsehmonitors) der Versuchstiere dar. In Vorversuchen wurde die meiste Aktivität der Versuchstiere in der Zeit von 9 bis 11 Uhr und von 16 bis 18 Uhr ermittelt.

Tab.1: Code für die visuelle Beobachtung:

- | | |
|--|------------------------|
| A. Aufenthalt des Tieres: | 1. Liegefläche |
| | 2. Mistgang |
| B. Körperstellung: | 1. Stehen |
| | 2. Sitzen |
| | 3. Bauchlage |
| | 4. Seitenlage-rechts |
| | 5. Seitenlage-links |
| C. Kopfrichtung: | 1. Futtergang |
| | 2. Mistgang |
| | 3. Zum rechtem Schrank |
| | 4. Zum linkem Schrank |
| | 5. Richtungsänderung |
| D. Futteraufnahme: | 1. Ja |
| | 2. Nein |
| E. Wasseraufnahme: | 1. Ja |
| | 2. Nein |
| F. Herumlaufen: | 1. Ja |
| | 2. Nein |
| G. Bewegung der einzelnen Körperteile: | 1. Kopf und Ohren |
| | 2. Rumpf und Bauch |
| | 3. Vorderbeine |
| | 4. Hinterbeine |
| | 5. Keine Bewegung |

Deshalb wurden diese Zeitabschnitte zur Beobachtung gewählt. Im Zeitraum von vier Stunden wurden sieben Tage lang gleichzeitig bei drei in Einzelbucht befindlichen Tieren, die eine Versuchsgruppe bildeten, Beobachtungen durchgeführt. Um die Registrierung der Aktivität zu erleichtern, wurde ein Code (Tab.1) mit verschiedenen Merkmalen angefertigt. A1 bedeutet z.B. nach dem Code, daß das Versuchstier sich auf der Liegefläche aufhält. Diese Aussage gilt auch, wenn sich ein Drittel des Tierkörpers auf der Mistgangfläche befindet. Futteraufnahme, Wasseraufnahme und Herumlaufen wurden nach dem Boniturschema mit "ja" und "nein" beantwortet. In dem Merkmal "Herumlaufen" sind Verhalten wie Springen und Spielen eingeschlossen. G1 bis G6 umschließt alle visuell erfaßbaren Bewegungen der Körperteile.

5.4. Lichtschraken-Methode

Mit der Lichtschrakenmeßapparatur wurden lediglich zwei Merkmale (Stehen und Fressen) quantitativ erfaßt. Dieses Meßsystem bestand aus einem Sender (eine Lichtquelle mit einer 8 Watt Glühbirne) und einem Receiver (ein lichtempfindliches Empfangsteil).

Das System arbeitete nach dem einfachen Prinzip, daß jedesmal, wenn der von dem Projektor auf den Receiver projizierte Lichtstrahl unterbrochen wurde, ein Strich auf eine umlaufende Wachspapierrolle übertragen wurde.

5.5. Mechanische Bewegungsaufnahme

Die mechanische Bewegungsaufnahme ist bei Mastschweinen nur in Einzelhaltung einsetzbar. Dieses System, das den Schwerpunkt der Untersuchungen darstellte, bestand aus drei Teilen: zwei Meßapparate "H" und "S" mit dazu gehörenden Registrierscheiben und der Scheibenauswertungsapparat (fotoelektrisches Abtastgerät). Als H- und S-Meßapparate dienten die kontinuierlich mechanisch laufenden Bewegungszeitschreiber der Firma Kienzle (Abb.1). Der Kienzle-Apparat ist ein Gerät, das nach dem Fahrtenschreiberprinzip Bewegungen, denen er ausgesetzt ist, als Stichmarkierungen auf eine umlaufende Wachspapierscheibe überträgt (Abb.2). In einem Geschirr aus Leder wurde ein Meßapparat von 2kg Gewicht mittels eines Gürtels in der Schultergegend eines Versuchstieres befestigt. Diese Version des Meßgeräts erhielt die Bezeichnung "S" (Abb.3).



Abb.1: Bewegungszeitschreiber der Firma Kienzle

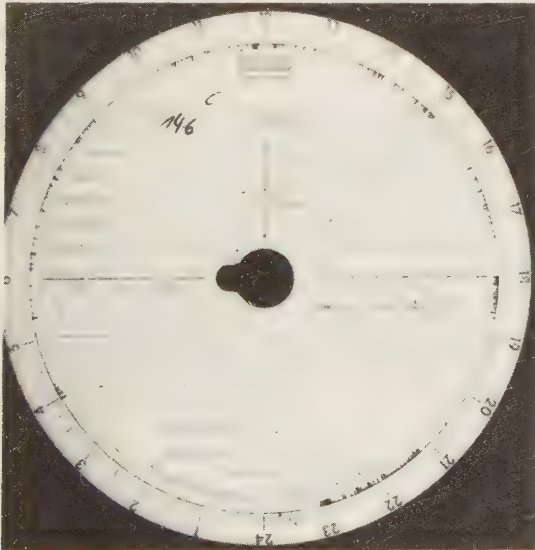


Abb.2: Registrierscheibe des Bewegungszeitschreibers



Abb.3: Mastschwein (ca. 80 kg) mit der "S" Version des Bewegungszeitschreibers



Abb.4: Mastschwein (ca. 80 kg) mit der "H" Version des Bewegungszeitschreibers

Die andere Version "H" zeichnete sich dadurch aus, daß der Kienzle-Apparat an einer Holzplatte von 25cm x 25cm festgeschraubt war. An den zwei gegenüberliegenden Kanten der Holzplatte wurden zwei Nylonseile von je 1m Länge befestigt. Ein Gewicht - ein mit Sand gefüllter Sack - war an einem der freien Enden der Seile aufgehängt. Das andere Ende wurde an dem Versuchstier befestigt. Das ganze System wurde dann nach dem Flaschenzugprinzip mittels Rollen an einem über der Versuchsbucht aufgebauten Gerüst aufgehängt (Abb.4).

Das fotoelektrische Gerät, das die Registrierscheiben später auswertete, bestand aus vier Teilen: einem fotoelektrischen Teil, einem Druckerteil, einem Impulsgeberapparat und einem Zähler (Abb.5). Der Kern dieses Gerätes, der fotoelektrische Teil, war ein Fotowiderstand, mit dem die Reflektionsrate in der Aufzeichnungsspur einer kontinuierlich umlaufenden Registrierscheibe gemessen wurde. Das entstandene analoge Signal wurde digital integriert und in wählbaren Abständen, die bestimmten Zeitintervallen auf der Registrierscheibe entsprachen, abgerufen und ausgedruckt.

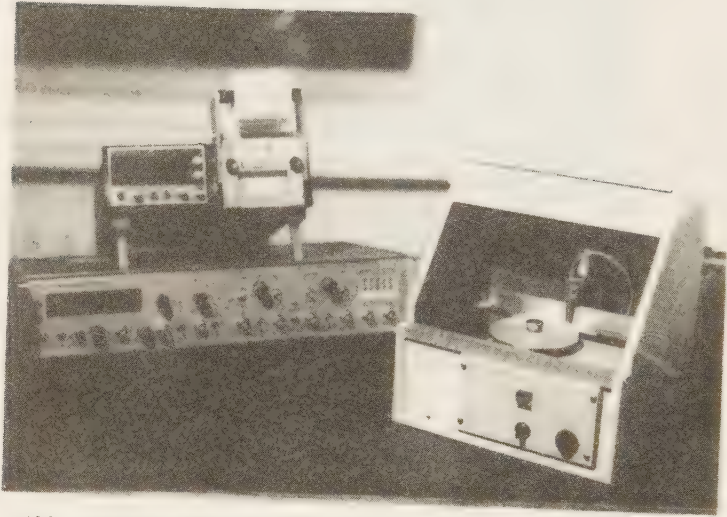


Abb.5: Das fotoelektrische Abtastgerät

6. Material und Versuchsdurchführung

Die Versuchsanordnung bestand darin, daß in einem Maststall drei voneinander abgeschirmte Versuchsmessbuchten eingerichtet wurden, in denen eine Lichtschrankeneinrichtung zur Freß-, Liege- und Stehzeitermittlung und eine Aufhängevorrichtung zur Anbringung des Bewegungszeitschreibers installiert waren. Die Messbuchten hatten je eine Breite von 1,50m mit einer Liegefläche von $2,10\text{m}^2$, eine Spaltbodenfläche von $1,35\text{m}^2$ und eine Troglänge von 0,50m. Die Buchten waren nach dem einstreulosen Haltungssystem eingerichtet worden. Dementsprechend waren die Liegeflächen mit Holzplatten und die Mistgangflächen mit verzinkten Eisenspaltplatten ausgestattet. Die Tröge waren so gebaut, daß die Fütterung verhältnismäßig einfach durchzuführen war. An beiden Seiten der Messbuchten waren die Sender (mit 8 Watt-Glühlampen) befestigt. Die Empfänger und die reflektierenden Spiegelplatten des Lichtschranksystems waren mittels Aluminiumstangen auch an den Seiten installiert.

Die Versuchstiere waren 12 weibliche Schweine der "Deutschen Landrasse", bei denen die Herkunft bekannt und die Vorbehandlung genau gleich waren.

Die Tiere mit je 70kg Körpergewicht wurden in Gruppen zu jeweils drei zusammengefaßt und gleichzeitig in Einzelbuchten gestellt. Jedes Versuchstier wurde mit den Meßapparaten "H" und "S" ausgestattet, womit eine von beiden Geräten gleichzeitige Registrierung gewährleistet war. In einer Gewöhnungszeit von sieben Tagen konnten sich die Tiere mit den Meßgeräten und ihrer neuen Umgebung, den Buchten, vertraut machen. Darauf folgte eine 14-tägige Meßperiode, in der die Schweine in der ersten Hälfte zusätzlich visuell beobachtet wurden.

Der ganze Versuch wurde in einem halbklimatisierten Stall durchgeführt. Die Temperaturen lagen während der Meßperiode zwischen 15 und 25 Grad Celsius. Nur an einigen hochsommerlichen Tagen wurden Temperaturen bis zu 30 Grad Celsius registriert. Die relative Luftfeuchtigkeit schwankte zwischen 45% und 90%. Die hohen Werte entstanden während der Reinigung des Stalles mit Wasser, allerdings war die Dauer dieser Maxima kurz. Der Stall war künstlich beleuchtet, wobei die Beleuchtungsperiode zwischen 6 Uhr und 19 Uhr lag. Zweimal pro Tag wurden die Versuchstiere ad lib. gefüttert.

7. Versuchsauswertung

7.1.1. Auswertung der visuellen Beobachtung

Die verschiedenen Merkmale im Sinne des Codes (Tab.1) aufzufassen, stellte sich als nicht unproblematisch dar. In der Regel waren Körperhaltung, Aufenthaltsorte und Kopfrichtung eindeutig zu bestimmen, dagegen war das Merkmal "Bewegung der Körperteile" nicht immer einwandfrei festzustellen. Als typisches Beispiel für die Ungenauigkeit bei der Auffassung der Aktivität kann die Tatsache gelten, daß das Versuchstier bei einer Kopfdrehung gleichzeitig die Ohren mitbewegte. Dieser Vorgang konfrontiert uns mit der Frage, ob die Ohren passiv mitbewegt oder eine aktive Bewegung durchgeführt wurden. Eine weitere Erfahrung vermittelte die Tatsache, daß sich die gleichzeitige Beobachtung von drei Tieren nur sehr ungenau von einer Person durchführen ließ. Die Beobachtung und das Aufschreiben der Merkmale pro Tier erstreckte sich über eine Zeitspanne von 30 Sekunden, was bei drei Tieren ein Beobachtungsintervall von 60 Sekunden ergab. Eine wirklich kontinuierliche, visuelle Beobachtung war in diesem Fall nicht möglich. Gegen Ende der Meßperiode hatten einige Versuchstiere die Angewohnheit entwickelt, sich mit gespreizten Hinterbeinen und senkrecht gehaltenen Vorderbeinen auf ihr Hinterteil niederzulassen.

In dieser Stellung war ihnen eine höchst unerwünschte Aktion möglich, nämlich mit den H-Rekordern zu spielen. (Über die durch das spielerische Verhalten entstandenen Probleme bei den H-Rekordern ist später noch zu berichten). Dieses Verhalten war, obwohl es vielleicht unter einem Merkmal "Sitzen" hätte dargestellt werden können, nicht im Code aufgeführt. Es wurde außerdem nur viermal bei 3 von 12 Versuchstieren während der Zeit des Versuchsablaufes beobachtet, somit war seine Einbeziehung in die Auswertung fraglich.

Die Aufbereitung der Daten wurde in zwei Phasen durchgeführt:

Die erste Phase umfaßte die quantitative Summierung der 7-tägigen Verhaltensweisen eines Tieres innerhalb der verschiedenen Merkmale. Die Mittelwerte der verschiedenen Merkmale wurden dann schematisch dargestellt, wobei Vergleiche zwischen den Einzeltieren und den Tiergruppen gemacht wurden.

2. Phase: Um später einen Vergleich zwischen den visuellen Beobachtungsdaten und den Rekorderdaten zu ermöglichen, wurden die in vier Stunden gewonnenen Daten in Blöcke von 10 Minuten Dauer aufgeteilt. Die Summierung und das Errechnen der Mittelwerte erfolgte wie in der ersten Phase.

7.1.2. Auswertung der Lichtschrangenmethode

Die Aufgabe der Lichtschrangenmethode bestand darin, die visuelle Beobachtung zu ergänzen und eine Verbindung zwischen ihr und der Rekordermethode herzustellen. Für das Ablesen der registrierten Strichmarkierung des Schreibers wurde speziell ein Lineal aus Plexiglas entwickelt. Nach dem Ablesen folgte dann die Summierung der quantitativ erfaßten Daten, aus denen später die Mittelwerte ausgerechnet wurden. Der ursprüngliche Gedanke, mit Hilfe der Lichtschrangendaten qualitative Komponenten in den nur quantitativ erfaßten Rekorderdaten herauszustellen, erwies sich als undurchführbar.

7.1.3. Auswertung der mechanischen Bewegungs- aufnahme

Das erste Problem bei der Aktivitätsregistrierung mit dem Rekorder tauchte schon beim Scheibenwechsel auf, der in 24 Stunden Zeitabstand durchgeführt werden mußte. Der Scheibenwechsel bei den H-Rekordern war relativ einfach (30 sek. Wechseldauer bei einem Tier). Dagegen war der S-Rekorderscheibenwechsel verhältnismäßig schwerer. Je nach Temperament und Laune des Versuchstieres erstreckte sich die Wechseldauer bei einem Tier von 45 sec. bis 180 sec.

Um eine Phasenverschiebung bei der Aufzeichnung der Aktivität zu vermeiden, wurden kollektiv alle drei S-Rekorder den Tieren abgenommen, mit neuen Scheiben versehen und dann wieder bei den Versuchstieren angebracht, statt die ganze Prozedur hintereinander durchzuführen. Dadurch wurde wertvolle Zeit eingespart. Das nächste Problem bestand darin, daß, wie schon angedeutet, einige Tiere gewohnheitsmäßig mit den H-Rekordern spielten.

Dieses Verhalten führte zu einer quantitativen Steigerung der Aufzeichnungen der H-Rekorder, im Gegensatz zu den entsprechenden Aufzeichnungen der S-Rekorder. Ein Parfumspray für Schweine wurde gegen dieses unerwünschte Verhalten mit Teilerfolg eingesetzt.

Die Auswertung der beschriebenen Scheiben erfolgte mit Hilfe des schon erwähnten fotoelektrischen Abtastgeräts. Nach SCHWARTZ (1974) wurden in dieser Untersuchung zwei Sekunden als Zeitintervall gewählt, was einem Zehn-Minuten-Intervall auf der Scheibe entspricht. Die so gewonnenen Werte, deren tatsächliche Dimension Hz bzw. kHz ist, wurden als Maßzahl für die motorische Aktivität der Versuchstiere betrachtet.

Statistisch wurden aus den Daten folgende Werte und Kennzahlen errechnet:

1. Die Mittelwerte, die Standardabweichungen und die Variationskoeffizienten der Aktivität (144 Einzelwerte) der einzelnen Tiere pro Tag von H- und S-Rekordern.
2. Die Mittelwerte, die Standardabweichungen und die Variationskoeffizienten der Aktivität der einzelnen Gruppen pro Tag von H- und S-Rekordern.
3. Die Mittelwerte, die Standardabweichungen und die Variationskoeffizienten der Aktivität aller Tiere von H- und S-Rekordern.
4. Die Zahl der Aktivitätsmaxima der einzelnen Tiere pro Tag von H- und S-Rekordern.
(Als Aktivitätsmaximum wurde hierbei jeder Wert angesehen, der größer war als der doppelte Gesamtmittelwert und der gleichzeitig größer war als die beiden zeitlich vorher liegenden Werte und der nächstfolgende Wert).
5. Die Mittelwerte, die Standardabweichungen und die Variationskoeffizienten der Aktivitätsmaxima der einzelnen Tiere pro Tag von H- und S-Rekordern.

6. Die Mittelwerte, die Standardabweichungen und die Variationskoeffizienten der zeitlichen Verteilungen der Aktivitätsmaxima der einzelnen Tiere pro Tag von H- und S-Rekordern.
7. Die Varianz-Analyse (Least-Square Methode) von H- und S-Rekorderdaten.

7.2. Ergebnisse

7.2.1. Visuelle Beobachtung

In den Abbildungen 6 bis 10 sind die Mittelwerte für die relative Gesamtdauer verschiedener Verhaltensweisen (%/Tag) für die drei Tiere von Gruppe I und für alle drei Gruppen aufgeführt. Folgende Schlüsse lassen sich von den Beobachtungen und den schematisch dargestellten Aktivitäten ziehen:

Als Aufenthaltsort wurde von allen Tieren die Liegefläche bevorzugt. Die Abbildung Nr.9 von den drei Tiergruppen zeigt deutlich die hohen Werte bei dem Merkmal "Liegefläche". Diese hohen Werte finden ihre Erklärung in der Tatsache, daß sich die Tiere zur Futteraufnahme (Verhältnis der Futter-Wasser-Aufnahme 10:1) auf der Liegefläche befinden mußten.

Nach dem Fressen bot die trockene Liegefläche dem satten Tier die nötige, angenehme Wärme zur Ruhe (bei Stalltemperaturen zwischen 17 und 20 Grad Celsius) im Gegensatz zu der feuchten Mistgangfläche. Dieses Ergebnis bestätigt die Richtigkeit der Anbringung des Futtertroges neben der Liegefläche und die der Trinkanlage auf der Mistgangfläche. Ein gegenteiliges Verhalten wurde nur an Tagen mit hoher Temperatur beobachtet, denn die oft mit Trinkwasser und Urin naßgespritzten Mistgangflächen boten den Tieren die nötige Abkühlung. In den beiden Verhaltensweisen "Stehen" und "Laufen" zeigte sich bei allen Tieren Übereinstimmung. Diese Übereinstimmung läßt sich dadurch erklären, daß diese Merkmale zwar theoretisch unterschiedlich, aber in der Praxis sehr schwer auseinanderzuhalten sind. Denn das Merkmal "Laufen" umfaßt immer zur gleichen Zeit auch das Merkmal "Stehen". Unter dem Verhalten "Körperstellung" ist aus dem vorliegenden Ergebnis zu beobachten, daß das Tier Nr.2 im Ruhestadium (oder Liegestellung) die Bauchlage bevorzugte, das Tier Nr. 1 dagegen die rechte Seitenlage. Das dritte Versuchstier aber zeigte eine gleichstarke Neigung zu beiden Körperstellungen: Bauchlage und linke Seitenlage. Bei diesem Verhalten "Körperstellung" treten die individuellen Charaktere deutlich in Erscheinung. Bei

dem anderen Merkmal "Aufenthaltssort" dagegen wurden Verhaltensweisen, die eher der Tiergattung (in diesem Falle der Schweine) zuzuschreiben sind, beobachtet.

Die Abbildung 6 stellt, wie schon erwähnt, die Mittelwerte (%/Tag) der Gesamtdauer (vierstündige Beobachtung pro Tag und Tier in 10 Tagen) verschiedener Verhaltensweisen von Bewegungen (motorischer Aktivität) dar. Interessant ist die Feststellung, daß alle drei Tiere ihre Hinterbeine häufiger als ihre Vorderbeine bewegten. Auch an Kopf und Ohren wurde mehr motorische Aktivität als an Rumpf und Bauch registriert. Insgesamt zeigten die Versuchstiere 2 und 3 mehr Aktivität im Einzelvergleich als das Tier Nr.1.

Unter dem Überbegriff "Bewegung der einzelnen Körperteile" (motorische Aktivität) wurden folgende Merkmale mit folgenden Punkten, die die Bewegungsintensität annähernd wiedergeben, versehen. (Das Auswählen der Punkte erfolgte unter Berücksichtigung des geschätzten Energieverbrauches der Muskelfasern während der Aktivität):

<u>Merkmale</u>	<u>Punkte</u>
1. Kopf und Ohren	2
2. Rumpf und Bauch	6
3. Hinterbeine	4
4. Vorderbeine	4

Die Punkte wurden dann zusammengezählt. Die Punkte 8 bis 16 wurden mit der Bezeichnung "Viel", 2 bis 8 mit "Wenig" und 0 bis 2 "Sehr wenig" Bewegung versehen.

Abbildung Nr.11 stellt den Vergleich zwischen den Aktivitäten von Tier Nr. 1,2 und 3 der Gruppe I am 16.10.74 dar. Die Abbildungen Nr.12 und 13 zeigen die Aktivität von Tier Nr.3 der Gruppe I am 16.10.74, wobei die Beziehung von folgenden Merkmalen "Liegen mit Kopfbewegung", "Bewegungen bei Futteraufnahme", "Gehen und Umdrehen" und "Liegen mit Rumpf- und Extremitätenbewegung" zur gesamtmotorischen Aktivität dargestellt wurde. In diese Schemata wurden, als zusätzliche Information, die Ergebnisse der Lichtschrankenmethode einbezogen. Abbildung Nr.14 stellt die von den drei Methoden synchron ermittelten motorischen Aktivitäten des Versuchstieres Nr. 3 der Gruppe I am 16.10.74 dar. Die Abbildungen 15 und 16 zeigen die motorischen Aktivitäten der Versuchstiere der Gruppe I am 16.10.74, gemessen von H- und S-Rekordern. Die Darstellung der Abbildungen 14 bis 16 zeigen im großen und ganzen Übereinstimmung, wenn auch einige kleine Unterschiede erkennbar sind.

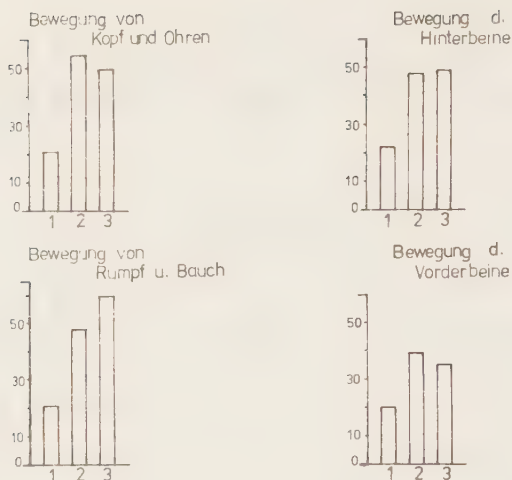


Abb.6: Die Gesamtdauer (vierstündige Beobachtung pro Tag und Tier über 10 Tage) verschiedener Verhaltensweisen in %/Tag von Tier Nr.1,2 und 3



Abb.7: Die Gesamtdauer (vierstündige Beobachtung pro Tag und Tier über 10 Tage) verschiedener Verhaltensweisen in %/Tag von Tier Nr.1,2 und 3

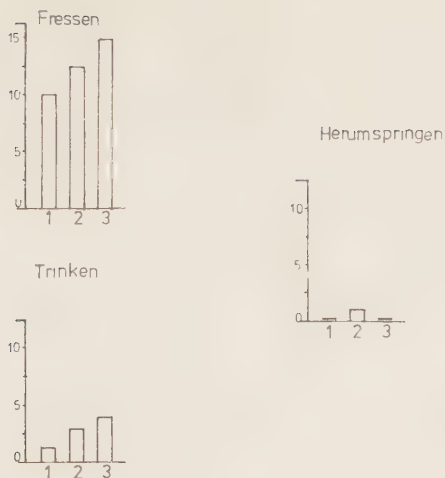


Abb.8: Die Gesamtdauer (vierstündige Beobachtung pro Tag und Tier über 10 Tage) verschiedener Verhaltensweisen in %/Tag von Gruppe I,II und III

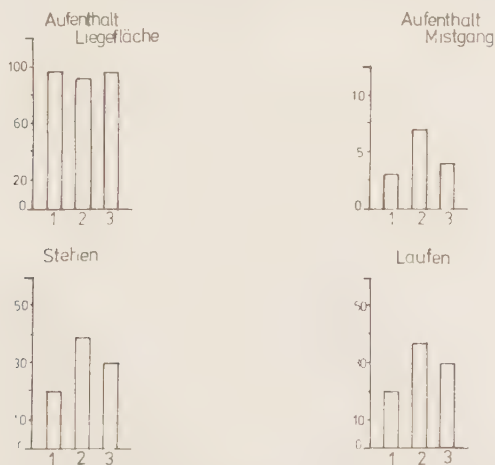


Abb.9: Die Gesamtdauer (vierstündige Beobachtung pro Tag und Tier über 10 Tage) verschiedener Verhaltensweisen in %/Tag von Gruppe I,II und III

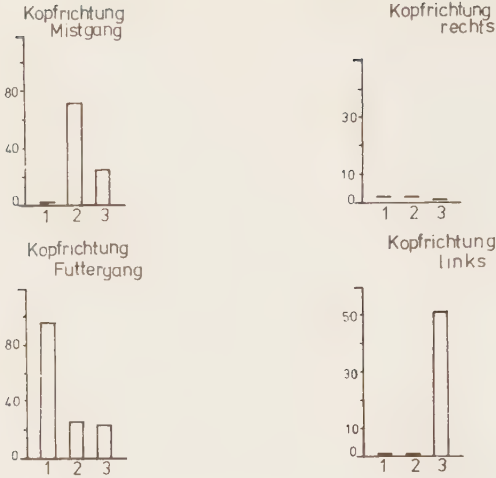


Abb.10: Die Gesamtdauer (vierstündige Beobachtung pro Tag und Tier über 10 Tage) verschiedener Verhaltensweisen in %/Tag von Gruppe I,II und III

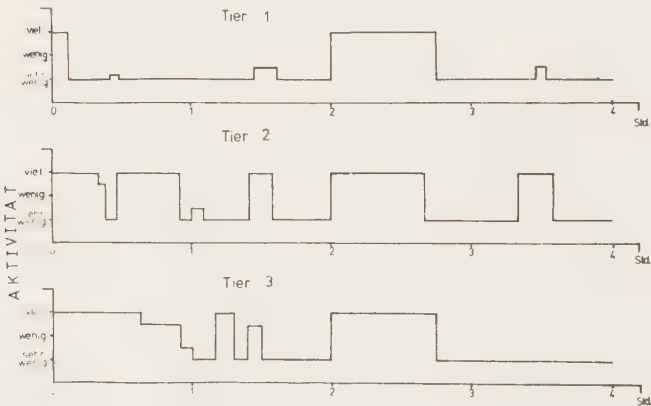


Abb.11: Gegenüberstellung der motorischen Aktivität der drei Tiere von Gruppe I, ermittelt durch die visuelle Beobachtung über vier Stunden

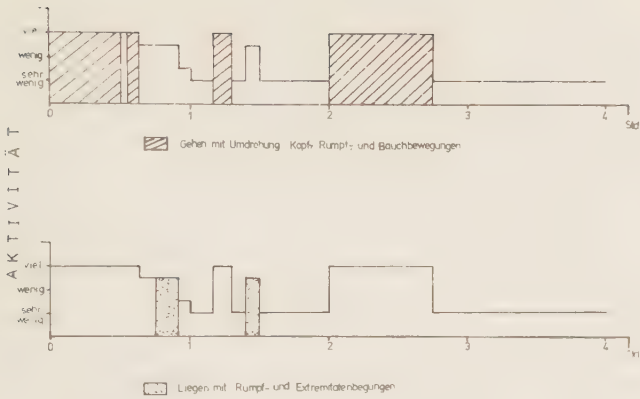


Abb.12: Die motorische Aktivität, die Dauer der Verhaltensweisen "Gehen mit Umdrehung, Kopf- und Ohrenbewegungen" und "Liegen mit Rumpf- und Beinbewegungen.", ermittelt durch visuelle Beobachtung über vier Stunden

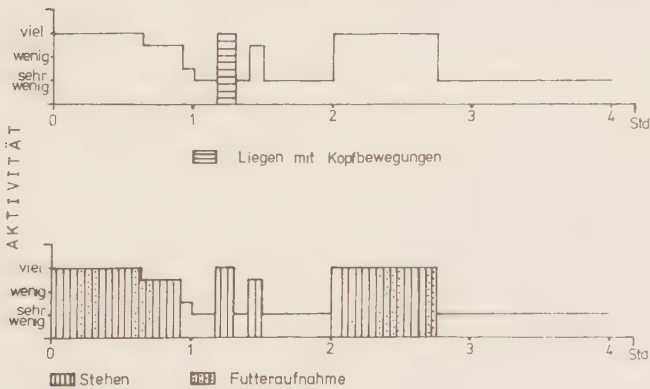


Abb.13: Die motorische Aktivität, die Dauer der Verhaltensweise "Liegen mit Kopfbewegungen" eines Tieres, ermittelt durch die visuelle Beobachtung und die gleichzeitig mittels Lichtschrankenmethode ermittelten Zeiten für "Stehen" und "Futteraufnahme" des Tieres

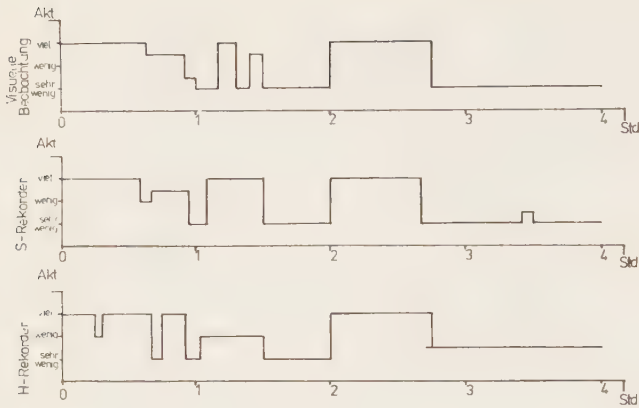


Abb.14: Gegenüberstellung der motorischen Aktivität eines Tieres ermittelt durch die visuelle Beobachtung, den H-Rekorder und den S-Rekorder über vier Stunden

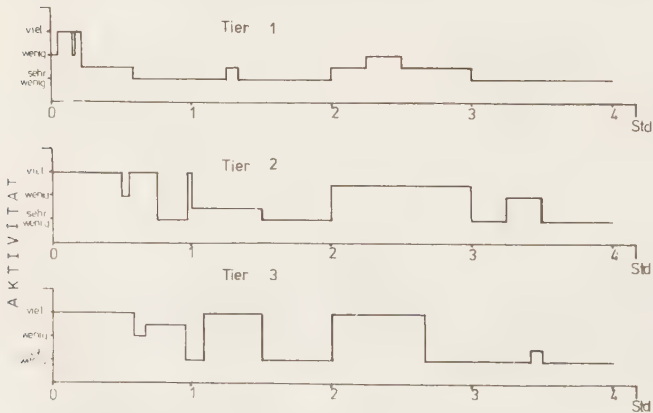


Abb.15: Gegenüberstellung der motorischen Aktivität der drei Tiere von Gruppe I, ermittelt durch den H-Rekorder

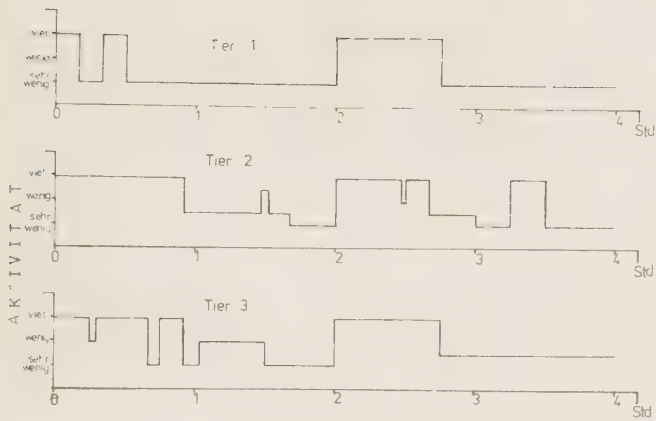


Abb.16: Gegenüberstellung der motorischen Aktivität der drei Tiere von Gruppe I, ermittelt durch den S-Rekorder

7.2.2. Bewegungsschreiber

Die Abbildung Nummer 17 stellt den scheinbaren "Aktivitätsverlauf" von drei beliebig ausgewählten unbeschriebenen Scheiben dar. Jede Scheibe wurde zweimal von dem fotoelektrischen Abtastgerät gelesen, um die sehr hohen Wiederholbarkeitswerte des fotoelektrischen Abtastgeräts optisch darstellen zu können. Gleichzeitig wurde der unerwartete schwerwiegende Fehler offenbar. Man hätte von den unbeschriebenen Scheiben geradlinige und waagrecht verlaufende Kurven erwartet, statt dessen erschienen kurvenreich verlaufende Linien, die Aktivität anzudeuten schienen. Dieser unerwartete, grobe Fehler war aufgrund des unterschiedlichen Reflektionsvermögens der Scheibenoberflächen zustande gekommen, was eine Korrektur unbedingt erforderlich machte. Die im Schema auftretenden Phasenverschiebungen sind auf das unsynchrone Einlegen der Scheiben in das fotoelektrische Abtastgerät zurückzuführen. Dieser menschliche Fehler ist schwer vermeidlich, läßt sich andererseits aber einfach korrigieren. Die Abbildung Nr. 18 zeigt den unkorrigierten Mittelwertverlauf von 20 unbeschriebenen Scheiben in einer 24-Stunden-Zeitspanne, und die Abbildung Nr. 19 zeigt den korrigierten Verlauf. Mit diesen Werten wurden die gesamten Scheibendaten korrigiert.

In den Tabellen Nr.6 bis 13 sind die Mittelwerte der Gesamtaktivität, die Variationskoeffizienten der zeitlichen Verteilung der Aktivitätsmaxima, die Anzahl der Aktivitätsmaxima sowie die Variationskoeffizienten der Aktivitätsmaxima der Versuchstiere Nr.2,5,8 und 12 innerhalb von zehn Tagen von H- und S-Rekordern dargestellt. Das Tier Nr.2 vertritt die Gruppe I, Nr.5 die Gruppe II, Nr.8 die Gruppe III und Nr.12 die Gruppe IV. Vergleicht man die Mittelwerte der Gesamtaktivität, die von beiden Rekordertypen "H" und "S" aufgezeichnet wurden, so fällt eine weitreichende Übereinstimmung der Daten auf. Allerdings sind die Werte der H-Rekorder erwartungsgemäß im Durchschnitt um 500 Punkte höher als die der S-Rekorder. Das resultiert aus der Tatsache, daß der H-Rekorder im Gegensatz zu dem S-Rekorder die beiden Komponenten der motorischen Aktivität, nämlich lokomotorisch und in situ, aufnehmen kann.

Bei der Anzahl der Aktivitätsmaxima ist bei allen Tieren nahezu völlige Übereinstimmung, ohne erkennbare Dominanz der H-Werte, festzustellen. Mit etwa zwei Punkten ist abwechselnd "H" größer als "S" oder umgekehrt. Bei den Kenndaten "Variationskoeffizienten der zeitlichen Verteilung der Aktivitätsmaxima" und "Variationskoeffizienten der Aktivitätsmaxima" ist keine Übereinstimmung zu finden.

Dieses Ergebnis findet seine Erklärung in der Tatsache, daß bei gleicher Anzahl von Aktivitätsmaxima, die innerhalb einer bestimmten Zeitspanne zweimal, jedoch nicht übereinstimmend verteilt werden, verschiedene Variationskoeffizientenwerte errechnet werden. Auch zwei Blöcke von Aktivitätsmaxima mit gleicher Anzahl von Aktivitätsspitzen, aber unterschiedlichen Werten innerhalb einer gleich großen Spannweite, verursachen nicht gleichwertige Variationskoeffizienten. Aufgrund der oben erläuterten Erklärung erkennt man, daß diese zwei Kenndaten - die Variationskoeffizienten der zeitlichen Verteilung der Aktivitätsmaxima sowie die Variationskoeffizienten der Aktivitätsmaxima - mehr über die Empfindlichkeit der Einzelapparate und die individuelle Verhaltensweise der Einzeltiere aussagen und somit ungeeignet sind, in den Vergleich zwischen I- und S-Rekorder einbezogen zu werden. Nach vorliegenden Daten weisen die Einzelapparate verschiedene Empfindlichkeiten auf. Eine exakte Aussage ist jedoch nicht zu erreichen, da sogar die Registrierscheiben schon Ungleichmäßigkeiten im Reflektionsvermögen zeigten. Das individuelle Verhalten der Tiere läßt sich dagegen bestimmen. Tier Nr. 2 und 8 zeigen im Gegensatz zu Tier Nr. 5 und 12 relativ gleichmäßige Periodenlänge in ihren Tagesrhythmen.

Die LSQ-Analyse-Ergebnisse von H- und S-Rekordern
in Tabellen dargestellt:

Tab.Nr.2:

<u>MET-H</u>				
V-URSACHE	FG	DQ	F	
SCHWEIN	5	216501873.14	58.44	***
TAG-SCH 1	9	19713014.56	5.32	***
TAG-SCH 2	9	7790971.89	2.10	■
TAG-SCH 3	9	28697819.81	7.74	***
TAG-SCH 4	9	10387441.61	2.80	■
TAG-SCH 5	9	19407181.10	5.23	***
TAG-SCH 6	9	22162421.71	5.98	***
REST	1380	3704545.85		

Tab.Nr.3:

<u>MET-S</u>				
V-URSACHE	FG	DQ	F	
SCHWEIN	5	55485970.03	15.65	***
TAG-SCH 1	9	9970566.34	2.81	■
TAG-SCH 2	9	10608102.47	2.99	■
TAG-SCH 3	9	3668236.89	1.03	---
TAG-SCH 4	9	11808377.93	3.33	***
TAG-SCH 5	9	15141370.72	4.27	***
TAG-SCH 6	9	13472978.15	3.80	***
REST	1380	3545426.37		

Tab.Nr.4

<u>MET-H</u>					
<u>V-URSACHE</u>	<u>FG</u>	<u>DQ</u>	<u>F</u>		
SCHWEIN	5	103975330.14	34.20	***	
TAG-SCH 7	9	40130214.97	13.20	***	
TAG-SCH 8	9	22615685.02	7.44	***	
TAG-SCH 9	9	10115630.88	3.33	***	
TAG-SCH 10	9	20331553.96	6.69	***	
TAG-SCH 11	9	12796333.03	4.21	***	
TAG-SCH 12	9	9854545.35	3.24	**	
REST	1380	3039843.59			

Tab.Nr.5

MET-S					
V-URSACHE	FG	DQ		F	
SCHWEIN	5	71030913.96		25.84	***
TAG-SCH 7	9	53422153.54		19.43	***
TAG-SCH 8	9	23818408.57		8.67	***
TAG-SCH 9	9	33452060.55		12.17	***
TAG-SCH 10	9	5814884.54		2.11	*
TAG-SCH 11	9	37743332.37		13.73	***
TAG-SCH 12	9	17442367.26		6.35	***
REST	1380	2748795.91			

Die Abbildung Nr.20 ist die schematische Darstellung der Mittelwerte der Gesamtaktivitäten während der 82 Tage der Versuchsdurchführung. Zwei Ergebnisfaktoren lassen sich aus diesem Schema erkennen:

- a. Wie schon die vorhergehenden Abbildungen erwiesen haben, liegen die Werte von H-Rekordern höher als die von S-Rekordern.
- b. Es liegt eine qualitative Übereinstimmung der beiden Rekordertypen vor.

7.2.3. Varians-Analyse

Zwischen den Versuchstieren wurden hoch signifikante Unterschiede von beiden Rekordern "H" und "S" ermittelt. Zwischen Tagen innerhalb Tieren bestanden signifikante, meist hoch signifikante Unterschiede. Lediglich bei Tier Nr. 3 registrierte der H-Rekorder hoch signifikante Unterschiede, der S-Rekorder aber keinen signifikanten Unterschied. Insgesamt ergab sich ein Korrelationswert von $r = + 0,52$ zwischen der Methode "H" und der Methode "S".

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten von drei Kerndaten (Gesamtaktivität, Zeitliche Verteilung der Aktivitätsmaxima und Aktivitätsmaxima) der motorischen Aktivität in Tabellen dargestellt.

Tab.Nr.6

Tier	Gesamt Akt.	Z. V. Akt.Max.	Aktivitätsmaxima	
Nr.2H				
	$\bar{x}$	sx%	n	sx%
1. Tag	2906	46	15	102
2. "	3606	71	17	113
3. "	3526	49	16	86
4. "	3719	55	15	73
5. "	3975	73	15	79
6. "	3689	73	12	55
7. "	3778	58	17	96
8. "	3903	54	12	64
9. "	3602	54	14	54
10. "	3744	98	16	83

Tab.Nr.7

Tier	Gesamt Akt.	Z. V. Akt.Max.	Aktivitätsmaxima	
Nr.2S				
	$\bar{x}$	sx%	n	sx%
1. Tag	2252	88	13	73
2. "	2638	53	16	79
3. "	2996	59	15	60
4. "	3956	82	10	80
5. "	2980	52	14	78
6. "	3231	54	14	89
7. "	3123	112	13	89
8. "	2635	69	14	71
9. "	2739	59	14	111
10. "	2667	151	14	64

Tab.Nr.8

Tier Nr.5H	Gesamt Akt.	Z. V. Akt.Max.	Aktivitätsmaxima	
	$\bar{x}$	sx%	n	sx%
1. Tag	3751	125	10	55
2. "	3900	74	12	56
3. "	4032	61	12	76
4. "	3723	58	14	84
5. "	3383	55	13	79
6. "	3898	61	14	65
7. "	4477	104	12	71
8. "	3706	105	14	71
9. "	4190	134	13	85
10. "	3891	84	14	63

Tab.Nr.9

Tier Nr.5S	Gesamt Akt.	Z. V. Akt.Max.	Aktivitätsmaxima	
	$\bar{x}$	sx%	n	sx%
1. Tag	3363	147	11	36
2. "	3471	134	10	40
3. "	3488	125	13	56
4. "	2956	109	11	62
5. "	3320	92	12	57
6. "	2956	119	13	104
7. "	3175	131	13	73
8. "	3113	94	11	50
9. "	3375	114	13	64
10. "	3333	104	13	71

Tab.Nr.10

Tier Nr.8H	Gesamt Akt.	Z. V. Akt.Max.	Aktivitätsmaxima	
	$\bar{x}$	sx%	n	sx%
1. Tag	2708	123	13	53
2. "	2749	53	14	67
3. "	3050	84	16	60
4. "	2872	45	15	80
5. "	2020	67	13	47
6. "	3049	77	13	57
7. "	2574	47	11	68
8. "	2408	71	15	71
9. "	2654	41	15	76
10. "	3512	75	13	45

Tab.Nr.11

Tier Nr.8S	Gesamt Akt.	Z. V. Akt.Max.	Aktivitätsmaxima	
	$\bar{x}$	sx%	n	sx%
1. Tag	3093	75	18	62
2. "	2972	75	17	47
3. "	2196	69	15	104
4. "	2242	89	14	129
5. "	2487	102	13	56
6. "	3315	109	11	52
7. "	2206	88	12	60
8. "	2504	115	12	59
9. "	2873	65	15	90
10. "	4473	90	12	71

Tab.Nr.12

Tier Nr.12H	Gesamt Akt.	Z. V. Akt.Max.	Aktivitätsmaxima	
	$\bar{x}$	sx%	n	sx%
1. Tag	3002	83	13	98
2. "	3559	72	14	67
3. "	3470	67	14	71
4. "	3377	82	14	43
5. "	4643	91	16	61
6. "	3209	53	15	55
7. "	3580	92	14	66
8. "	2903	103	15	73
9. "	3181	78	11	42
10. "	2681	114	12	48

.

Tab.Nr.13

Tier Nr.12S	Gesamt Akt.	Z. V. Akt.Max.	Aktivitätsmaxima	
	$\bar{x}$	sx%	n	sx%
1. Tag	3979	97	11	55
2. "	3185	106	14	45
3. "	3180	100	14	75
4. "	3791	111	11	57
5. "	4144	124	14	59
6. "	3134	106	10	66
7. "	2828	84	12	87
8. "	3008	126	15	74
9. "	3074	84	13	52
10. "	3022	125	14	48

7.2.4. Tagesperiodik

Die Abbildungen Nr. 21 bis 32 stellen die Tagesrhythmen von den 12 Versuchstieren, gemessen von H- und S-Rekordern, dar. Für die Darstellung wurden verschiedene Tage beliebig ausgewählt. Um einige Komponenten der Fehlerquelle des ungleichmäßigen Reflektionsvermögens der Registrierscheiben auszuschalten - der Fehler wurde durch die Korrektur nicht vollständig beseitigt - wurden nur die Werte oberhalb der 3000-Wert-Schwelle als Aktivitätswerte in der Erörterung der Tagesperiodik-Schemata berücksichtigt. Auch unbedeutende Bewegungen, die wohl motorische Aktivität waren, aber im Rahmen des viel größeren, umfassenden Aktivitätsmusters keine bedeutende Rolle spielten, wurden in dieser Weise ausgeklammert.

Der Tagesrhythmus des Versuchstieres Nr. 1 (Abb. Nr. 21) am 25.9.74 wurde von beiden H- und S-Rekordern mit einer gewissen Übereinstimmung registriert. Das Tier zeigte, wie auf der Abbildung zu erkennen, rege Aktivität zwischen 7 und 17 Uhr mit dazwischenliegenden kurzen Pausen. Kurz vor und um 19 Uhr wurde nochmals ein Aktivitätsvorgang registriert. Von 20 Uhr bis 6 Uhr trat ein Ruhestadium ein, das durch ein paar sporadisch auftretende Aktivitäten unterbrochen wurde.

Die Darstellung in Abbildung Nr. 22 (Tier Nr.2) zeigt Übereinstimmungen bei den starken Bewegungen in den H- und S-Aufzeichnungen. Bei "H" aber wurde mehr Aktivität mit deutlich voneinander abgesetzten Aktivitätsspitzen aufgezeichnet. Im Vergleich mit dem Tier Nr.1 wurden im allgemeinen mehr Aktivitätsvorgänge vom Tier Nr. 2 durchgeführt. Die S-Registrierung wies ein Ruhestadium von 19 Uhr bis 6 Uhr auf, dagegen registrierte der H-Rekorder Bewegungen während dieser Zeit.

Abbildung Nr. 23 vom Tier Nr. 3: Eine Übereinstimmung zwischen H- und S-Methode lag vor, wobei mehr Aktivität vom H-Rekorder registriert wurde. In folgenden Zeitspannen registrierte der H-Rekorder Aktivität: 6 Uhr bis 8 Uhr, 9 Uhr bis 11 Uhr, 13 Uhr bis 14 Uhr und 15 Uhr bis 17 Uhr. Der S-Rekorder andererseits registrierte Aktivitätsvorgänge um 6 Uhr, 8 Uhr, zwischen 10 und 11 Uhr, 13 und 14 Uhr und von 15 Uhr bis 17 Uhr.

Abbildung Nr. 24 des Tieres Nr. 4 zeigt eine relativ gute Übereinstimmung, sowohl in der Zeitverteilung als auch in der Zahlengröße der Aktivität bei H- und S-Rekorder. Als Aktivitätsstadium ist die Zeitspanne von 6 Uhr bis 19 Uhr zu betrachten, mit reger Aktivität zwischen 7 und 8 Uhr, um 9 Uhr, 10 Uhr, zwischen 12 und 14 Uhr, um 15 Uhr und zwischen 18 und 19 Uhr. Zwischen 19 und 6 Uhr zeigte sich nun das vertraute Bild der Ruhezeit.

Beim Tier Nr.5 (Abb.Nr.25) zeigte sich ungefähr das gleiche Bild, allerdings wurde um die Zeiten 20, 22 und 3 Uhr rege Aktivität festgestellt. Ähnliches Verhalten zeigten die Tiere Nr.6,7,8,9 und 12 (Abb. Nr. 26,27,28,29 und 32), wobei - als bevorzugte Zeitpunkte der Aktivität während der nächtlichen Periode - sich die Zeiten 22 Uhr, 23.30 Uhr und die Zeitspanne zwischen 2 und 3 Uhr herausstellten.

Die Tiere Nr. 10 und 11 (Abb.Nr.30 und 31) zeigten das bisher übliche Bild des Tagesrhythmus, nämlich ein Aktivitätsstadium zwischen 6 und 19 Uhr und ein Ruhestadium von 19 bis 6 Uhr.

Bei der Gesamtaktivitätskurve aller Tiere (Abb.Nr. 20) wurde übereinstimmend folgender Aktivitätsrhythmus von beiden Rekordertypen "H" und "S" ermittelt. Zwischen 19 Uhr und 6 Uhr (Zeit während der der Stall unbeleuchtet war) herrschte bei den Tieren Inaktivität. Die Aktivitätsphase lag zwischen 6 Uhr und 19 Uhr mit drei deutlich erkennbaren Aktivitätsmaxima: um 8 Uhr, 11 Uhr und 15 Uhr. Hier wird das polyphasische Muster der Schweineaktivität bestätigt. Eine andere Bestätigung findet sich in der Tatsache, daß die Aktivitätsspitzen mit der Fütterungszeit und der Arbeitszeit des Stallpersonals identisch waren. Damit wurde der Einfluß der Zeitgeber (exogene Reize) dargestellt.

Der Vergleich zwischen den beiden Rekordertypen "H" und "S" zeigte im allgemeinen eine gute Übereinstimmung (Abb. Nr.14 und 20). Auch der in der Analyse ausgerechnete Korrelationswert von $r=+0,52$ ist vertretbar, wenn man bedenkt, daß in der Datenaufnahme solche Fehler wie z.B. Phasenverschiebungen (wie in dem Kapitel 7.2.2. "Bewegungsschreiber" diskutiert wurde) vorhanden waren. Eine wichtige Feststellung ist die Tatsache, daß der S-Rekorder nur die lokomotorische Aktivität aufnahm, der H-Rekorder dagegen die motorische Aktivität (in situ und lokomotorisch) aufzeichnete.

Die Methode der visuellen Beobachtung und die Methode der zwei Rekordersysteme zeigten im Vergleich eine weitgehende Übereinstimmung. Auch zwischen der Lichtschrankenmethode und den zwei Rekordern konnte diese Übereinstimmung erzielt werden. In Zeiten, in denen die Lichtschrankenmethode die Merkmale "Stehen" und "Futteraufnahme" aufwies, registrierten auch die Rekorder hohe Aktivitätswerte (Abb.Nr.13). Zur Verdeutlichung sei nochmal erwähnt, daß bei der Lichtschrankenmethode die Merkmale "Stehen" und "Laufen" gleichzustellen sind. Abbildung Nr.33 stellt einen Vergleich zwischen der Gesamtaktivität, ermittelt von H- und S-Rekordern

in dem Zeitraum von 8 bis 10 Uhr und von 15 bis 17 Uhr, und der Häufigkeit der Verhaltensweise "Stehen" von den vier Tiergruppen, ermittelt durch die Lichtschrankenmethode, dar. Folgende Aussagen lassen sich anhand dieser Abbildung erkennen:

- a. Die Tiere der Gruppe III waren mehr auf den Beinen als die der anderen Gruppen.
- b. Die Tiere der Gruppe I und II zeigten ausgeglichene, die Tiere der Gruppe IV dagegen die wenigste Aktivität.
- c. Zwischen der Gesamtaktivität und der Häufigkeit des Merkmals "Stehen" besteht keine erkennbare Korrelation. Eine Ausnahme zeigt sich bei dem Absinken der Gesamtaktivitätswerte unter die 3000 Wertschwelle; gleichzeitig kann eine abfallende Tendenz in der Häufigkeit des Stehens registriert werden.

Dies wird noch deutlicher erkennbar in der Darstellung des Abbildes Nr. 34: Vergleich zwischen der Gesamtaktivität und der Gesamtzahl der Häufigkeit der Verhaltensweise "Stehen" von allen Tieren. Damit wurde die Tatsache erhärtet, daß sich von der Häufigkeit der Verhaltensweise "Stehen" noch keine Rückschlüsse auf die Größe der Aktivität machen lassen. Nur ein Hinweis auf ein Fortbestehen der Aktivität läßt sich mittels der Lichtschrankenmethode gewinnen. (In Abb. Nr. 13 und 14 wurden statt der Tagesaktivitäten der Gesamttiere die einzelner Tiere dargestellt, weil die Darlegung in dieser Form die Anschaulichkeit verbessert)



Abt. 17: Die scheinbaren "Aktivitätskurven" von drei beliebig ausgewählten, unbeschriebenen Registrierscheiben zweimal mit dem fotoelektrischen Abtastgerät gelesen

$\cdot 10^3$



Abb.18: Die unkorrigierten Mittelwerte der "Aktivitätskurven" von 20 beliebig ausgewählten, unbeschriebenen Registrierscheiben.



Abb. 19: Die korrigierten Mittelwerte der "Aktivitätskurven" der 20 beliebig ausgewählten, unbeschriebenen Registrierscheiben

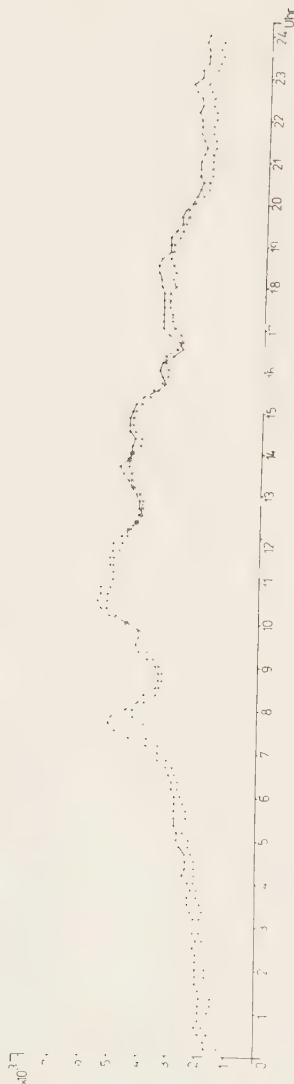


Abb. 20: Tagesverlauf der motorischen Aktivität dargestellt anhand der Mittelwerte aus allen untersuchten Tieren und allen Untersuchungstagen, ermittelt mit H-Rekordern (—●—) und S-Rekordern (—X—)

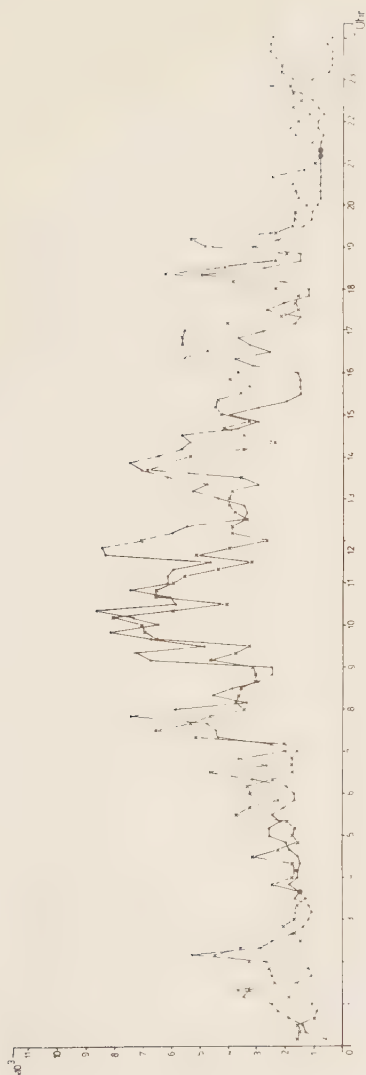


Abb.21: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr.1,
ermittelt mit H-Rekorder(—X—X—) und S-Rekorder(—●—●—)

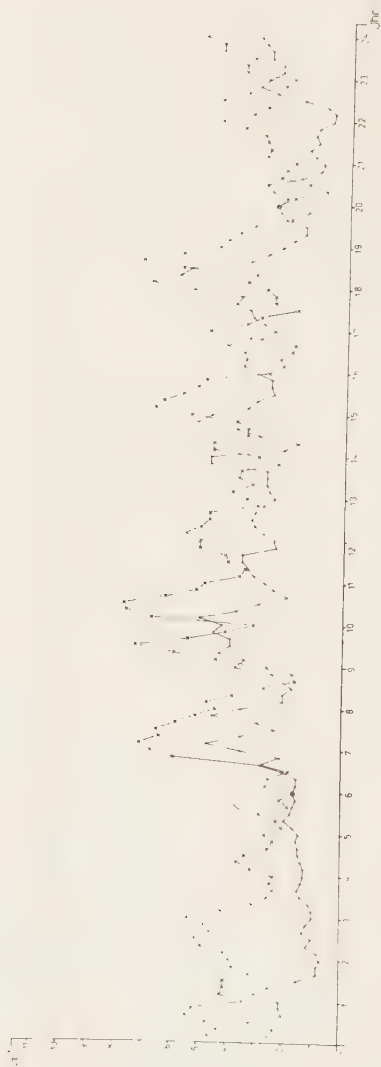


Abb.22: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr.2, ermittelt mit H-Rekorder (—X—X—) und S-Rekorder(—●—●—)

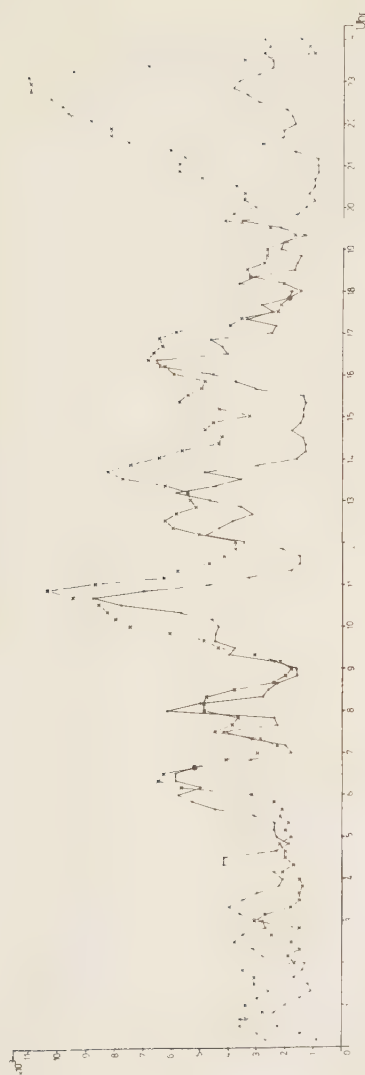


Abb. 23: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr. 3, ermittelt mit H-Rekorder (—X—X—) und S-Rekorder (—●—)

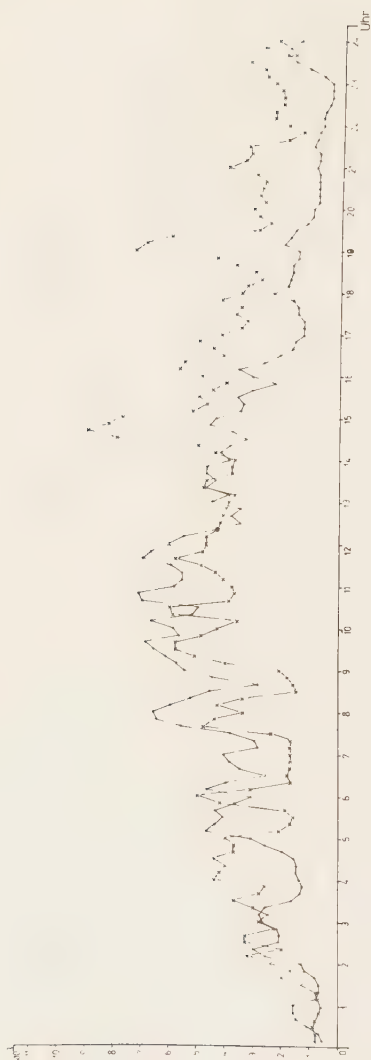


Abb. 24: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr. 4, ermittelt mit H-Rekorder(—X—X—) und S-Rekorder(—●—●—)

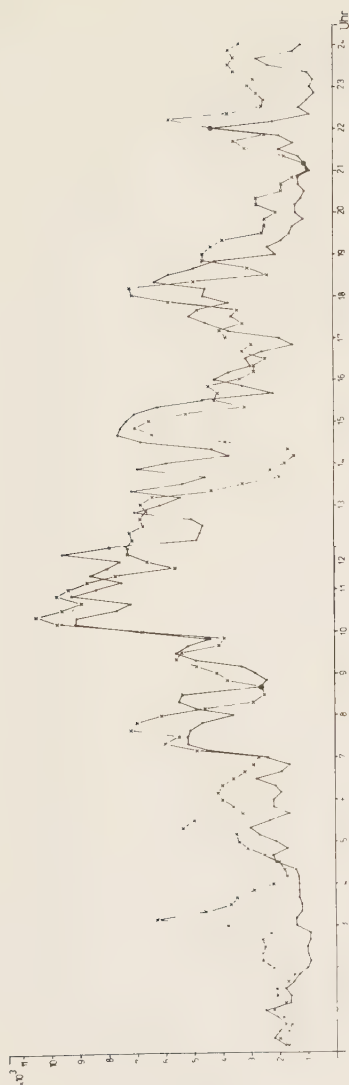


Abb.25: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr.5, ermittelt mit H-Rekorder (—X—X—) und S-Rekorder (—●—●—)

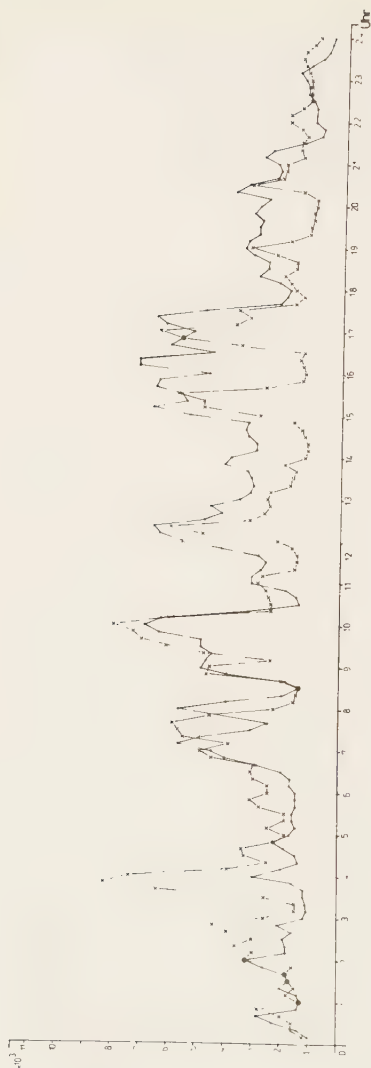


Abb. 26: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr. 6, ermittelt mit H-Rekorder (—X—X—) und S-Rekorder (—●—);

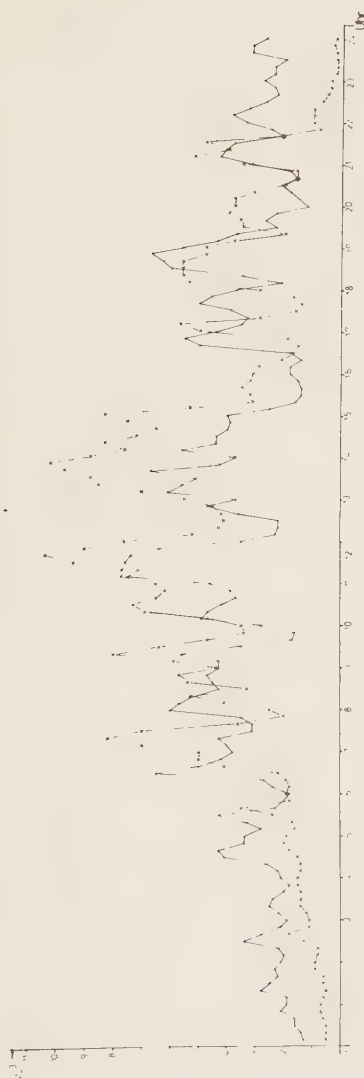


Abb. 27: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr. 7, ermittelt mit H-Rekorder (—X—X—) und S-Rekorder (—●—●—)

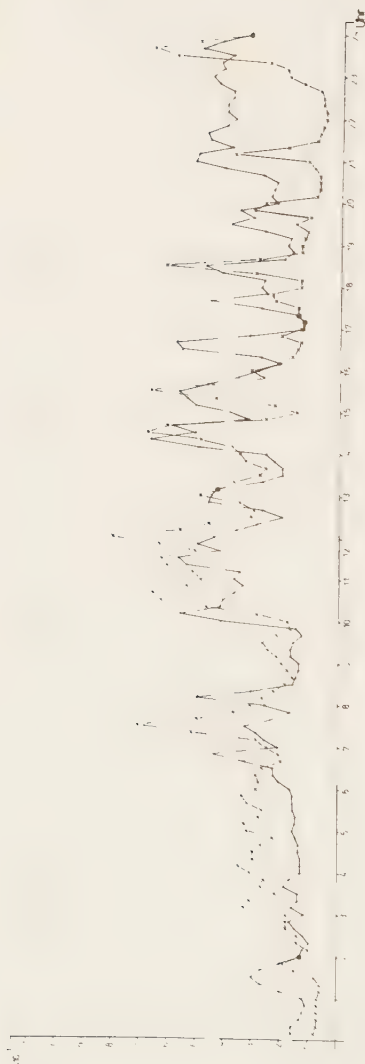


Abb. 28: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr. 8, ermittelt mit H-Rekorder (—X—X—) und S-Rekorder (—●—●—)

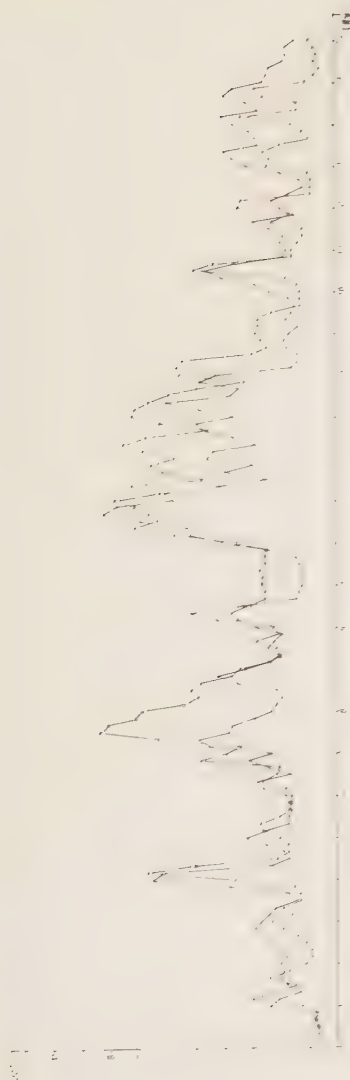


Abb. 29: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr. 11,
ermittelt mit H-Rekorder(—X—X—) und S-Rekorder(—●—●—)

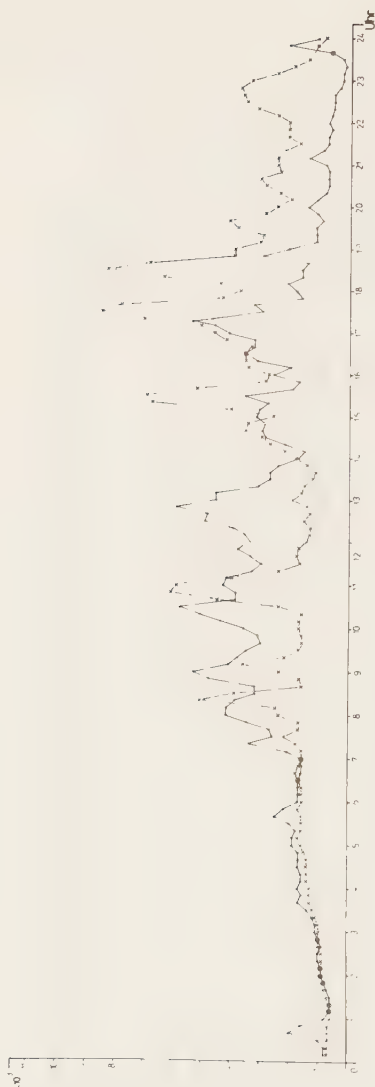


Abb.30: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr.10, ermittelt mit H-Rekorder (—X—X—) und S-Rekorder(—●—●—)



Abb. 31: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr. 11, ermittelt mit H-Rekorder (—x—x—) und S-Rekorder (—●—●—)

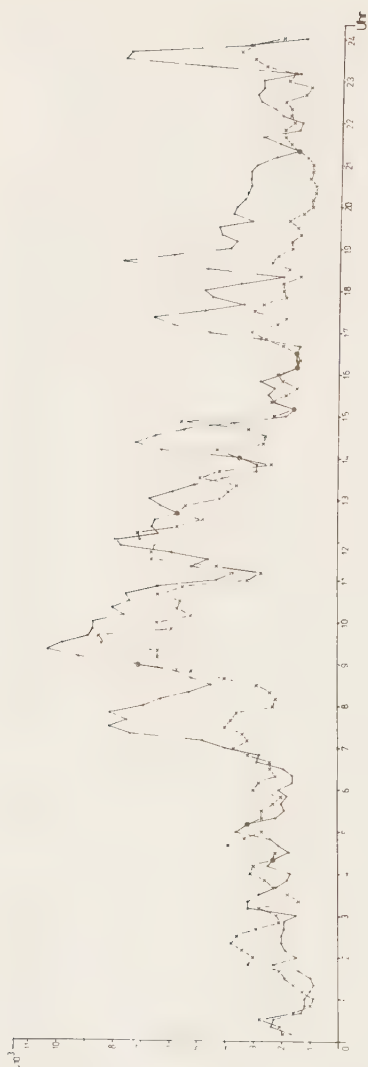


Abb. 32: Tagesverlauf der motorischen Aktivität des Tieres Nr. 12, ermittelt mit H-Rekorder(—x—x—) und S-Rekorder(—●—●—)

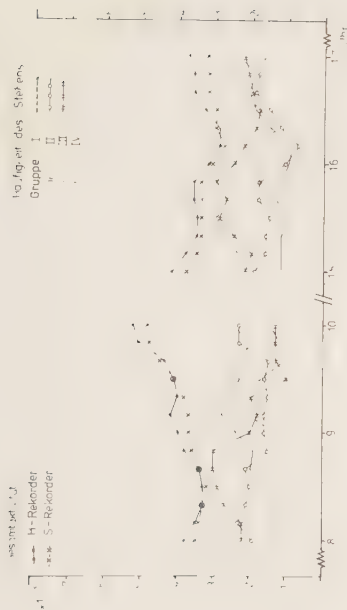


Abb. 33: Die motorische Aktivität dargestellt anhand der Mittelwerte aus allen untersuchten Tieren. Mittelt mit H- und S-Rekordern und die gleichzeitig mittels Lichtschrankenmethode ermittelte Häufigkeit des Stehens der Einzelgruppen über vier Stunden.

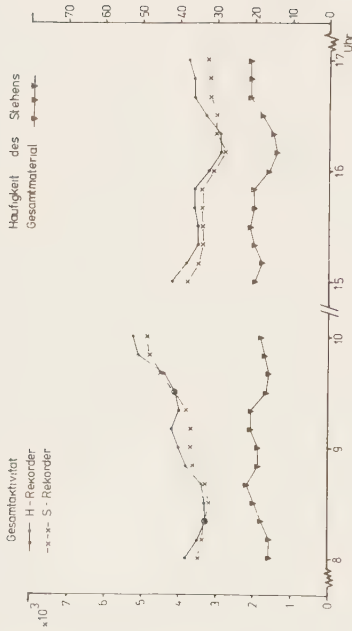


Abb. 34: Die motorische Aktivität dargestellt anhand der Mittelwerte aus allen untersuchten Tieren ermittelt mit H- und S-Rekordern und die gleichzeitig mittels Lichtschrankenmethode ermittelte Häufigkeit des Stehens aller Tiere über vier Stunden

8. Diskussion

Das wesentliche Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das automatische Meßverfahren zur Registrierung motorischer Aktivität zu prüfen. Dieses Vorhaben wäre unvollkommen durchgeführt, wenn die altvertraute, subjektive Beobachtung nicht einbezogen würde. Die subjektive Beobachtung stellt immer noch eine wichtige Methode dar, mit der man qualitativen und quantitativen Verhalten eines Tieres feststellen kann. Allerdings hat diese Methode kein automatisches Arbeitsverfahren, was die Anwesenheit einer Person als Beobachter immer notwendig macht. Mit dem Menschen als Beobachter ergeben sich zugleich Vorteile und Nachteile dieses Registrierungsverfahrens.

Einige Nachteile (die Vorteile wurden schon bei der Methodik angedeutet) sind:

- Schon die Anwesenheit eines Beobachters beeinflusst das Verhalten der Tiere.
- Bei der qualitativen Beobachtung ist das Ergebnis stark dem Einfluß der subjektiven Denkweise des Beobachters ausgesetzt.
- Die Konzentrationsfähigkeit der Beobachter ist begrenzt.

- Durch Konzentrationsschwäche wird die quantitative Auffassung der Aktivitäten deutlich negativ beeinflusst.
- Es ist für einen Beobachter praktisch unmöglich, mehr als drei Versuchstiere gleichzeitig zu beobachten.

Aus diesen Unvollkommenheiten ergab sich die Notwendigkeit eines automatischen Meßverfahrens.

Beim Vergleichen der Beobachtungsmethode mit den automatisch-mechanisch arbeitenden Meßapparaten, den Rüttelrekordern der Firma Kienzle, wurde eine Übereinstimmung in der Aktivitätsaufzeichnung erzielt. Allerdings war diese Übereinstimmung nur in der quantitativen Auffassung möglich. Das Vorhaben, auch qualitative Aufzeichnungen bei den durch Rekorder ermittelten Daten mit Hilfe der visuellen Beobachtung und der Lichtschrankenmethode darstellen zu können, erwies sich als undurchführbar.

Der Rüttelrekorder, der die folgenden angegebenen Forderungen erfüllen mußte, um seine Einbeziehung in das Versuchsverfahren zu ermöglichen, war eigentlich von der Firma Kienzle für die Registrierung der Zeit konstruiert, während der die Industriemaschinen (z.B. Bagger und Lastwagen) in Betrieb gehalten

wurden. Hier sind die Meßapparate stärkeren, heftigen Bewegungen ausgesetzt, dementsprechend sind die Aufzeichnungen auf den Scheiben klarer und deutlicher. Die Auswertung der Scheiben ist in diesem Fall visuell leicht durchzuführen.

Geforderte Eigenschaften des Meßapparates

- a. einfaches, leichtes Gerät
- b. preiswert
- c. einsetzbar bei automatisch oder halbautomatisch kontinuierlichen Langzeitbeobachtungen
- d. einsetzbar für Feld- und Stalluntersuchungen, ohne Hilfe von qualifizierten Arbeitskräften
- e. verwendbar unter allen klimatischen und geographischen Bedingungen

Der Einsatz eines fotoelektrischen Abtastgeräts ist bei Industrieunternehmen nicht unbedingt erforderlich. Damit erübrigt sich auch das Problem des Reflektionsvermögens der Registrierscheiben. Anders ist der Fall bei der Messung der Aktivität der Tiere, deren Bewegungen nicht stark und heftig sind ; dementsprechend sind die Aufzeichnungen nicht so klar und deutlich wie bei den Industriemaschinen. Durch den Einsatz des notwendig gewordenen fotoelektrischen Abtastgeräts wurde das Problem des Reflektionsvermögens der Scheibenoberflächen aktuell. Dieses

Problem ist nur dann vollständig aufzuheben, wenn dafür geeignete Registrierscheiben - Scheiben mit gleichmäßigem Oberflächenreflektionsvermögen - hergestellt werden.

Schon bei dem Vorversuch waren Andeutungen vorhanden, die besagten, daß der H-Rekorder empfindlicher (bzw. mehr Daten auffaßte) als der S-Rekorder war. Durch visuelle Beobachtung wurde festgestellt, daß jede Bewegung, sogar die kleinen tetanieartig verlaufenden Muskelbewegungen bei dem Tier in der liegenden Körperstellung erfaßt wurden. Der S-Rekorder erfaßte dagegen nur Bewegungen, wenn das Versuchstier stand, auf dem Hinterteil saß oder sich beim Liegen von der einen Seite auf die andere umdrehte. Diese Feststellung wurde später auch in den ausgewerteten Scheibendaten bestätigt: der H-Rekorder zeichnete höhere Aktivitätswerte als der S-Rekorder auf. Bei der Zahl der Aktivitätsspitzen registrierte auch der H-Rekorder mehr als der S-Rekorder.

Der für diesen Vergleich relativ niedrige Korrelationswert ($r = + 0,52$ nach dem LSQ Analyse-Ergebnis) ist aus folgenden Gründen zu erklären:

- a. Phasenverschiebungen bei der Auswertung der Registrierscheiben mit dem fotoelektrischen Meßapparat

- b. Unterschied in dem Reflektionsvermögen der Scheibenoberfläche
- c. Unterschiedliche Registrierungsschwelle (Empfindlichkeit) und die Tatsache, daß im Liegen praktisch keine Aufzeichnung von dem S-Rekorder erfolgt.
- d. Der letzte, aber auch wichtige Punkt, ist die Tatsache, daß auch zwischen zwei Rekordern vom gleichen System (z.B. 2 H-Rekorder) unterschiedliche Empfindlichkeit bestand, denn wie schon erwähnt wurde, waren die Meßapparate für starke, heftige Bewegungen konstruiert.

Es ist aber an dieser Stelle zu bemerken, daß nach Überschreitung der Schwelle zur Auslösung der Aktivitätsregistrierung die Stärke der zugesetzten Kraft keine Rolle mehr spielt; viel mehr ist die Zeitspanne, in der die Bewegung ununterbrochen geführt wird, bedeutend. Eine Korrektur dieses zuletzt angedeuteten Fehlers war in diesem Versuch nicht möglich, da verschiedene Tiere mit verschiedenen Rekordern ausgestattet waren. Ein späterer Versuch mit dem Ziel, diesen Nachteil zu korrigieren, ist empfehlenswert und ohne weiteres durchführbar.

Die lokomotorische Aktivitätsperiodik der Großsäuger ist aus versuchstechnischen Gründen bisher kaum untersucht worden, denn man war bisher nur auf die visuelle Beobachtung angewiesen. Aus der Literatur sind einige Angaben zur Aktivität von Großkatzen (HAAS 1958), Braunbären (KROTT 1963), Rotfüchsen und Polarfüchsen (TEMBROCK 1958), Weddel-Robben (MÜLLER-SCHWARZE 1965), Riesenwaldschweinen (DÖNHOF 1942), Warzenschweinen (GEIGY 1955, FRÄDRICH 1965) und den Europäischen Widschweinen (GUNDLACH 1968) zu finden. Eines haben die obengenannten Untersuchungen gemeinsam; sie alle befaßten sich mit Wildtieren, und nur das qualitative Verhalten wurde registriert. Meine eigene Arbeit stellt aber eine Untersuchung an Domestikationstieren, nämlich dem Mastschwein der Rasse "Deutsches Landschwein", mit quantitativ aufgefaßter Tagesperiodik der lokomotorischen Aktivität dar. Die untersuchten Mastschweine zeigten diurnale circadiane Rhythmen. Stärkere Nachtaktivität wie bei ARCELAY 1961 (Untersuchung von Schweinen in tropischer und subtropischer Gegend) wurde bei der eigenen Untersuchung nicht festgestellt; wohl aber kam sporadisch auftretende Aktivität bei einigen Tieren in den nächtlichen Stunden vor. Nach dem Wechsel der Ruhe-Aktivitätsphasen sind die untersuchten Mastschweine unter dem Begriff "Polyphasisch" einzuordnen, wobei die Aktivitätsspitzen in block-

artiger (z.B. Abb.Nr. 32) oder in gleichmäßig verteilter Form auftreten. Die endogenen Einflüsse, die auf die Tagesperiodik der Tiere einwirken, ließen sich bei dieser Arbeit nicht ermitteln. Klarer erkennbar waren dagegen die auslösenden Effekte, nämlich die aus der Umgebung stammenden Reize:

- a. Die Aktivitätszeit stimmte mit der Beleuchtungszeit des Versuchstalles überein (Lichtdauer von 6.00 bis 19.00 Uhr).
- b. Die größte Aktivitätsperiode wurde bei der Fütterungszeit gemessen (um 7.00 und um 14.00 Uhr). Einflüsse aufgrund der Anwesenheit des Stallpersonals auf die Aktivität der Tiere wurden beobachtet.
- c. Längere Ruheperioden und kürzere Aktivitätsphasen wurden in den wärmeren Sommertagen beobachtet. Die Effekte der Luftfeuchtigkeit wurden im einzelnen nicht untersucht. Es besteht jedoch ein Zusammenhang zwischen Temperatur und Luftfeuchtigkeit in Bezug auf die Wärmeabgabe eines Tierkörpers, so daß anzunehmen ist, daß die Luftfeuchtigkeit auch Einfluß auf die Aktivität der Tiere ausübt.

Nach Auswertung der Ergebnisse dieser vorliegenden Arbeit lassen sich folgende Aussagen und Empfehlungen machen:

- a. Für die Erfassung der quantitativen motorischen Aktivität von Mastschweinen ist der Rüttelrekorder in beiden Formen "H" und "S" gut einsetzbar.
- b. Es liegt eine weitgehende, gute Übereinstimmung bei der motorischen Aktivitätserfassung mit den Rekordern vor.
- c. Da die S-Version der Rüttelrekorder praktisch nur den lokomotorischen Teil der motorischen Aktivität aufzeichnet und ihre Anbringung dem Versuchstier uneingeschränkte Bewegungsfreiheit erlaubt, ist die Einsetzung der S-Methode bei Felduntersuchungen (z.B. Messung der Aktivität-Ruhe-Tagesrhythmen von Mastschweinen im Freien) empfehlenswert. Jedoch ist die Besatzungsdichte dabei klein zu halten, sonst ist die Versuchung der Tiere, mit den im Geschirr angebrachten Meßapparaten der anderen Tiere zu spielen, zu groß.
- d. Für die Registrierung der motorischen Aktivität von Mastschweinen (in situ und lokomotorisch) in geschlossenem Raum (z.B. Meßbucht) ist die H-Methode als geeignetes Meßsystem anzusehen.

Die Ermittlung des Aktivitätsrhythmus der Domestikationsschweine mit dem Rüttelrekorder - dieses Meßsystem läßt sich auch mit einigen Veränderungen an den Großsäugern anwenden - ermöglicht den Verhaltensforschern einen genauen Vergleich zwischen dem Hausschwein und dem Wildschwein durchzuführen. Auf diese Weise gewinnt man einen Einblick in die Wirkungsweise der Aktivitätsleistung der Tiergattung "Schwein". Eine solche Kenntnis ermöglicht dann, je nach der gezielten Fragestellung, eine bessere Untersuchung des Haltungsverfahrens (z.B. Gruppengröße und Bewegungsraum) durchzuführen, was einen guten Beitrag zur Leistungssteigerung unserer jetzigen intensiven Tierhaltung geben könnte.

9. Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die automatische Erfassung der motorischen Aktivität von Mastschweinen mit zwei Versionen von mechanisch arbeitenden Bewegungszeitschreibern, den Rüttelrekordern. Unter Einbeziehung von zwei parallel laufenden Methoden der Aktivitätserfassung, der visuellen Beobachtung und der Lichtschrangen-Methode, sollten die beiden Rüttelrekorder verglichen und ihre Einsetzbarkeit geprüft werden. Aus den ermittelten Daten der Rüttelrekorder sollte die Tagesperiodik der Mastschweine dargestellt werden. Der experimentelle Teil der Untersuchungen wurde mit 12 weiblichen Mastschweinen der Deutschen Landrasse bekannter Herkunft und gleicher Vorbehandlung durchgeführt. Die Tiere mit je 70 kg Körpergewicht wurden in Gruppen zu jeweils drei zusammengefaßt und gleichzeitig in für den Versuch entsprechend eingerichtete Einzelmeßbuchten gestellt. Jedes Versuchstier wurde mit den Rüttelrekordern "H" und "S" ausgestattet, womit eine gleichzeitige Registrierung mit beiden Geräten gewährleistet war. In einer Gewöhnungszeit von sieben Tagen konnten sich die Tiere mit den Meßgeräten und den Buchten vertraut machen. Darauf folgte eine 14-tägige Meßperiode, in der die Schweine in der ersten Hälfte zusätzlich visuell beobachtet wurden. Probleme, die in Bezug auf die Aus-

wertung der Daten entstanden waren, wurden erläutert und diskutiert.

Aufgrund der Untersuchungen waren folgende Aussagen möglich:

1. Mit der Methode der visuellen Beobachtung ist hauptsächlich nur eine subjektive Erfassung des qualitativen Verhaltens eines Tieres möglich.
2. Die Methode der visuellen Beobachtung und die der zwei Rekordersysteme zeigten im Vergleich eine weitgehende Übereinstimmung in der Erfassung der Aktivität von Schweinen.
3. Die Lichtschranken-Methode ist für eine objektive Erfassung der Aktivität geeignet. Ihre Anwendbarkeit ist allerdings begrenzt, nur Verhaltensparameter wie "Futteraufnahme" und "Häufigkeit des Stehens" konnten damit erfaßt werden.
4. Auch zwischen der Lichtschranken-Methode und den zwei Rekordern "H" und "S" konnte Übereinstimmung erzielt werden.
5. Die beiden Rekordertypen "H" und "S" sind für eine objektive Erfassung der motorischen Aktivität von Schweinen gut geeignet.
6. Die S-Version der Rüttelrekorder erfaßt nur den lokomotorischen Teil der motorischen Aktivität.

7. Die H-Version der Rekorder erfaßt beide Komponenten - lokomotorisch und in situ - der motorischen Aktivität.
8. Zwischen den beiden Rekordertypen "H" und "S" bestand eine weitreichende Übereinstimmung.
9. Der relativ niedrig errechnete Korrelationswert von $r=+0,52$ ist aufgrund folgender Tatsachen zu verstehen:
 - a. Unterschiede in dem Reflektionsvermögen der Registrierscheiben
 - b. Auftreten von Phasenverschiebungen bei der Lesung der Registrierscheiben durch den fotoelektrischen Apparat
 - c. einseitige Erfassung der motorischen Aktivität durch den S-Rekorder.

Das polyphasische Muster des Verhaltens von Schweinen konnte bei der Darstellung der Tagesperiodik bestätigt werden. Auch Einflüsse, bestimmte Zeitgeber der Tagesperiodik wie z.B. die Fütterung, ließen sich feststellen.

Folgende Einsatzmöglichkeiten sind empfehlenswert:

Der S-Rekorder läßt sich am besten zur objektiven Erfassung der lokomotorischen Aktivität von Mastschweinen einsetzen. Dagegen ist für die objektive Erfassung der motorischen Aktivität im geschlossenen Raum, unter Laborbedingungen, der Einsatz von H-Rekordern vorzuziehen.

10. Summary

The aim of this work was the registration of the motor activity of pigs with two versions of the "rüttel" recorder. The registration of the activity with the "rüttel" recorder, which was constructed to record mechanically the movements of an object, represents one of the three methods employed in the research. The other two methods, which ran parallel to the recorder method, are the visual observation and the light bar method - "licht-schranken" system. Comparative estimates were made between the two recorders and the three methods. Also 24 hours activity cycle was sketched for each pig. 12 female pigs of the german landrace, whose origin was known, were subjected to the same treatment before they were divided into four groups of three pigs each and put into single pens. The animals weighed 70 kg each. Each pig was then equipped with both versions of the recorder in such a manner that the functioning of both recorders at the same time was possible. Each animal, on the whole, was kept 21 day in the pen. The initial seven days without recording allowed the animals to get accustomed to the new environment. The recording of the movements and the other types of behaviour of the animals was carried out within the last 14 days, during which the visual observation only in the first half of the 14 days was employed. The results obtained from the three methods were explained and discussed.

The following statements were made on account of the results obtained.

1. The method of visual observation is mainly for the subjective registration of the qualitative characteristics of an animal.
2. In comparing the method of visual observation with that of the recorder in the registration of the motor activity of the animals, complementary relationship between the two methods was observed.
3. The method of the "lichtschrank" system is suitable for the objective registration of the activity of an animal, however the range of employment of this method is relatively small. It only records such behaviours as feeding, standing or lying-down.
4. A fitting relationship between the results of the "lichtschrank" system and those of the "H" and "S" recorders was observed.
5. Both versions of the recorder ("H" and "S") are suitable for the registration of the motor activity of pigs.
6. The "S" version records only the locomotoric part of the motor activity.
7. The "H" version of the recorder records both components - locomotor and in situ - of the motor activity

8. There is a reasonable good complementary relationship between the results of the two types of the recorder.

9. The relatively low result of the correlation - $r = + 0,52$ - obtained is due to the following reasons:

- a. The surface of the registration disc exhibits different reflecting abilities.
- b. The unsystematic occurrence of the activity cycles by the evaluation of the registration discs with the photoelectric apparatus.
- c. And the fact that the "S" version only records the locomotor activity.

By sketching the 24 hours periodic activities of the animals, the polyphasic characteristics of the behaviour of pigs were registered and confirmed. Also the influence of particular exogenous stimuli (e.g. feeding) was observed.

The employment of the "S" recorder in the registration of the locomotor activity of pigs in the field work is recommendable. The "H" recorder on the other hand is suitable for the registration of the motor activity of pigs under laboratory conditions such as the measuring of the movements in the pens.

Literaturverzeichnis

- Adam, H. (1961) Mikroskopische Anatomie des Nervensystems der Wirbeltiere. Fortschr. Zool. 13, s. 83-119
- Altman, J. (1962) Diurnal activity rhythm of rats with lesions of superior colliculus and visual cortex. Amer. J. Physiol. 202, s. 1205-1207
- Aschoff, J. (1954) Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik. Die Naturwiss. 44, s. 49-56
- (1957) Aktivitätsmuster der Tagesperiodik. Die Naturwiss. 44, s. 361-367
- Baldwin, B.A., (1973) Central and peripheral Temperatures and EEG Changes during Behavioural Thermoregulation in Pigs. Acta Neurobiol. 33, s. 433-447
- Lipton, J.M.
- Bethe, K. (1943) Periodische Untersuchung rhythmischer Vorgänge. Pflügers Arch. 244, s. 485-488
- Bond, T.E., (1970) Use of activity cameras in livestock Studies. Trans. ASAE St. Morrison, S.R. Joseph 13, s. 317-319

- Börnert, D. (1967) Bedeutung und Möglichkeiten moderner radiotelemetrischer Methoden in der Verhaltensphysiologie. Wissenschaft u. Fortschritt 5, s. 201-202
- Brown, F.A., Jr., (1959) Living clocks. Science 130, s. 1535-1544
- Bullock, T.H. (1959) Neuron Doctrine and Electrophysiology. Science 129, s. 997-1002
- Bünning, E. (1963) Die Physiologische Uhr. Springer- Verlag. Berlin. Göttingen Heidelberg
- Burkhardt, D. (1961) Allgemeine Sinnesphysiologie und Elektrophysiologie der Rezeptoren Fortschr. Zool. 13, s. 146-189
- Cain, J.R.,
Wilson, W.O. Multichannel telemetry system for measuring body temperature; circadian rhythms of body temperature, locomotor activity and oviposition in chickens. Poultry Sc. 50, s. 1437-1443 (1971)
- Cloudsley-
Thompson, J.L. (1958) Studies of diurnal rhythms VIII. The endogene Chronometer in Gryllus campestris L. J. ins. Physiol. 2, s. 275-280

- Cloudsley-
Thompson, J.L. (1961) Rhythmic Activity in Animal
Physiology and Behaviour.
Acad. Press, New York. London
- Dönhoff, Graf C. (1942) Zur Kenntnis des afrikanischen
Waldschweines. D. Zool.
Garten (N.F) 14, s. 192-200
- Frädrich, H. (1965) Zur Biologie und Ethologie
des Warzenschweines, unter Berücksichtigung des Verhaltens anderer
Suiden. Z. Tierpsychol. 22, s. 328-
393
- Fenton, M.B. (1973) An automatic ultrasonic
sensing system for monitoring the
activity of some bats. Can. J. of
Zool. 51, s. 291-299
- Fernald, R.D.,
Heinecke, P. (1974) A Computer Compatible Multi-
Purpose Event Recorder. Behav.
XLVIII 3-4, s. 268-275
- Gans, C. (1966) Inexpensive arrangement of
movie camera and electronic flash
as a tool in the Study of animal
Behaviour. Anim. Behav. 14, s.
11-12
- Geigy, R. (1965) Observation sur les phacochères
du Tanganyika. Rev. Suisse
Zool. 62, s. 139-163

- Gundlach, H. (1968) Brutfürsorge, Brutpflege, Verhaltensontogenese und Tagesperiodik beim Europäischen Wildschwein. Z. Tierpsychol. 25, s. 955-995
- Haas, G. (1958) 24-Stunden-Periodik von Großkatzen im Zoologischen Garten. Säugetierkd. Mitt. 6, s. 113-117
- Harker, J.E. (1958) Diurnal rhythmus in the animal kingdom. Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc. 33, s. 1-52
- Hassenberg, L. (1965) Ruhe und Schlaf bei Säugetieren. A. Ziemsen Verlag. Wittenberg. Lutherstadt.
- Hassenstein, B. (1960) Die bisherige Rolle der Kybernetik in der biologischen Forschung. Naturwiss. Rundsch. 13, s. 349-355
- Hess, W.R. (1954) Triebhafte Fellreinigung der Katze als Symptom diencephaler Reizung. Helvet. Physiol. Acta. 14, s. 397-410
- Hoffmann, K. (1957) Über den Einfluß der Temperatur auf die Tagesperiodik bei einem Poikilothermen. Naturwiss. 44, s. 358-359

- Holst, E. von. (1955) Die Beteiligung von Konvergenz Akkomodation an der wahrgenommenen Größenkonstanz. Naturwiss. 42, s. 444-445
- (1957) Die Auslösungen von Stimmungen bei Wirbeltieren durch „punktförmige“ elektrische Reizungen des Stammhirns. Naturwiss. 44, s. 549-551
- Holzapfel, M. (1940) Triebbedingte Ruhezustände als Ziel von Appetenzhandlungen. Naturwiss. 28, s. 273-280
- Höpker, W. (1957) Unsere heutigen Kenntnis vom Bau der Nervenzelle. Wiss. Ann. 6,
- Hyden, H. (1962) Das Neuron und seine Gliazellen als biochemische und funktionelle Einheit. Endeavour XXI s. 144-155
- Immelmann, K. (1961) Beiträge zur Biologie und Ethologie australischer Honigfresser. J. Ornith. 102, s. 164-207
- Kavanau, J.L. (1962) Automatic multi-channel sensing and recording of animal behaviour. Ecology 43, s. 161-166
- Kleitmann, N. (1953) Sleep characteristics of infants. J. Appl. Physiol. 6, s. 269-272

- Koella, W.P. (1967) Sleep, its Nature and physiological Organization. Springfield, III
- Koller, O. (1959) Untersuchungen über die Histogenese des Neurons und der Nissl-substanz. Mikroskopie 14, s. 207-239
- Krott, P. (1962) Neue Wege zu einer besseren Kenntnis vom Leben der Säugetiere. Säugetierkd. Mitt. 10, s. 49-61
- Krüger, W. (1958) Bewegungstypen Kükenthal. Handb. Zool. 8. Lief. 15
- Love, W.S.,
Houser, V.P. (1973) A Simple Method for Measuring Spontaneous motor Activity in Squirrel Monkeys during Chair Restraint. Physiol. Behav. 10, s. 1115 - 1117
- Merrick, A.W.,
Scharp, D.W. (1971) Electroencephalography of Resting Behaviour in Cattle with Observations on the Question of Sleep. Am. J. Vet. Res. 32, s. 1893- 1897
- Moyat, P. (1957) Über den Einfluß von Licht Aktivität auf endogene Stoffwechselrhythmen bei Kleinsäugetern und Vögeln. Z. vgl. Physiol. 40, s. 397-414

- Mundl, W.J. (1971) Preamplifier for recording of multiple-unit activity from moving animals . *Physiol. and Behav.* 6, s. 617-618
- Murray, E.J. (1965) Sleep, Dreams and Arousal. New York, N.Y.: Appleton-Century-Crofts
- Müller-Schwarze, D. (1965) Zur Tagesperiodik der allgemeinen Aktivität der Weddel-Robbe. *Z. Morph. Ökol. Tiere* 55, s. 796-803
- Ögren, S.O. (1970) Motor Activity measured with a New Activity Meter. *Science Tools* 17, s. 65-66
- O'Sea, J. (1969) Evaluation of a simple device for measuring the time animals spend grazing. *Irish J. agric. Res.* 8, s. 329-335
- Otto, J.F.,
Rohe, K.H. (1967) Die automatische Registrierung und Analysierung der motorischen Aktivität kleiner Versuchstiere. *Ztschr. Versuchstierk.* 9, s. 265-274
- Pittendrigh, C.S. (1960) Circadian Rhythmus and the Circadian Organization of Living Systems. *Cold Spring. Harbor Symp. Quant. Biol.* 25, s. 159-184

- Porzig, E. (1969) Das Verhalten Landwirtschaftlicher Nutztiere.
VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag
Berlin
- Roberts, S.K. (1960) Circadian activity rhythms
in cockroaches. J. cell. comp.
Physiol. 55, s. 99-110
- Schünke, U., (1965) Ein Pulszähler für die Ver-
Krzywania, H. wendung bei Arbeitsstudien.
Arbeitswiss. 3, s. 83-85
- Schwartz, H.J. (1974) Untersuchungen an Mast-
schweinen zum Problem der quanti-
tativen Verhaltens erfassung bei
Landwirtschaftlichen Nutztieren.
Dissert. Arbeit. T.U. Berlin
- Sollberger, A. (1965) Biological Rhythm Research
Elsevier Publishing Company
Amsterdam - London - New York
- Steinhart, P. (1937) Der Schlaf des Pferdes. Seine
Dauer, Tiefe und Bedingungen.
Z. Veterinärkunde.
- Szymanski, J.S. (1916) Die Haupttiertypen in Bezug
auf die Verteilung der Ruhe-Aktivi-
tätsperioden im 24-stündigen Zyklus.
Biol. Zbl. 36, s. 537-541

- Tembrock, G. (1964) Verhaltensforschung,
VEBG Fischer, Jena
- Tuddenham, A., (1973) A Meter suitable for longterm
Perry, G.C., Activity Studies on small Animals.
Brittain, P. Physiol. and Behav. s. 637-639
- Wagner, R. (1927) Über Regelung von Muskelkraft
und Bewegungsgeschwindigkeit bei
der Willkürbewegung. Z. f. Biol. 83,
s. 59-60
- Wander, J.F. (1967) Verhaltensuntersuchungen an
Milchkühen als Planungsgrundlagen
für Kurzstände, Landbauforschung
Völkenrode 18, s. 39-52
- Winterstein, H. (1953) Schlaf und Traum. Verst.
Wissensch. Berlin. Göttingen. Hei-
delberg
- Zeeb, K. (1972) Aktivitätserfassung beim
Rind, in: Methodik der angewandten
Verhaltensforschung. Tagungsbericht
KTBL, s. 7-18
- Zucker, M., (1968) A transistorized body capa-
Howard, W.E. citance relay for ecobehavioural
studies. Anim. Behav. 16, s. 65-66
- Zucker, I., (1973) Licht-Dark Rhythms in Ham-
Stephan, F.K. ster Eating, Drinking and Locomotor
Behaviors. Physiol. u. Behav. 11,
s. 239-250

Herrn Professor Dr. J. H. Weniger möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und seine ständige Förderung und Unterstützung danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. D. Steinhäuf für sein Interesse und seine Anregungen bei der Auswertung der Ergebnisse.

Herrn Dr. H. J. Schwartz danke ich für die vielen, wertvollen Ratschläge bei der Versuchsdurchführung.

Weiterhin danke ich Herrn Dr. J. Petersen für seine Hilfe bei der rechnerischen Bearbeitung der ermittelten Daten.

Den Mitarbeitern des Instituts für Tierproduktion der Technischen Universität Berlin danke ich auch für ihre direkte und indirekte Hilfe, die zum Gelingen der vorliegenden Arbeit beigetragen hat.

Lebenslauf

- 3.5.1945 geboren in Mampong-Akwapim, Ghana
als Sohn des Hochschullehrers Emmanuel V. Mamphey und seiner Ehefrau Beatrice A., geb. Agyekum
- 1951-1958 Besuch der Grundschule in Accra, Ghana
- 1959-1965 Besuch der Oberschule (Mfantshipim Sec. School) in Cape Coast, Ghana
- 1963 West African School Certificate
- 1965 G C E, London. (Abitur)
- 1966 Besuch des Goethe-Instituts in Schwäbisch-Hall, West Deutschland
- 1966-1967 Naturwissenschaftstudium an der Christian-Albrechts-Universität Kiel
- 1968-1974 Veterinärmedizinstudium an der Freien Universität Berlin
- 1974 Staatsexamen
- 1975 Seminar für Tropenveterinärmedizin an der Freien Universität Berlin
- Seit 1974 Doktorand am Institut für Tierproduktion der Technischen Universität Berlin

